



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y
Geográfica
Unidad de Posgrado

“Patrones ecológicos del ensamble de la familia *Trochilidae* asociados a gradientes altitudinales en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena - Ecuador”

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias
Ambientales

AUTOR

Evelyn Katherine ASTUDILLO SÁNCHEZ

ASESOR

Oscar Rafael TINOCO GÓMEZ

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Tinoco, O. (2019). *Patrones ecológicos del ensamble de la familia Trochilidae asociados a gradientes altitudinales en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena - Ecuador*. Tesis para optar el grado de Doctora en Ciencias Ambientales. Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CODIGO ORCID DEL AUTOR:

0000-0003-0006-2730

CODIGO ORCID DEL ASESOR:

0000-0002-7927-931X

DNI:

0917380578

GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES)

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Cordillera Chongón Colonche, Santa Elena, Ecuador

Comuna Loma Alta: (01° 52'S, 80° 38'O)

Comuna Dos Mangas: (02° 07'S, 80° 18'O)

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ:

2015 (Enero-Diciembre)



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, a los veintiocho días del mes de noviembre del 2019, siendo las 15:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 659/UPG-FIGMMG/2019 del 10 de setiembre del 2019, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TITULO

«PATRONES ECOLÓGICOS DEL ENSAMBLE DE LA FAMILIA TROCHILIDAE ASOCIADOS A GRADIENTES ALTITUDINALES EN DOS LOCALIDADES DE LA CORDILLERA CHONGÓN COLONCHE, SANTA ELENA - ECUADOR»

Que, presenta la Mg. **EVELYNG KATHERINE ASTUDILLO SÁNCHEZ**, para optar el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

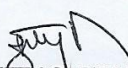
El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente N.º 07532-FIGMMG-2014 del 20 de octubre del 2014, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Maestría y Doctorado».

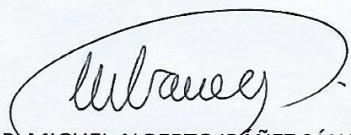
Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

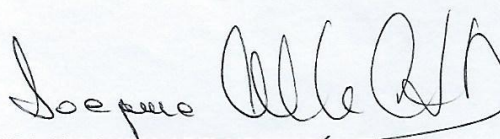
.....muy bueno.....(18).....

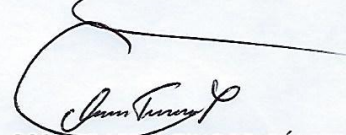
Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES** a la Mg. **EVELYNG KATHERINE ASTUDILLO SÁNCHEZ**.

Siendo las 16:00 horas, se dio por concluido al acto académico


DRA. BETTY GABY MILLÁN SALAZAR
Presidente


DR. MIGUEL ALBERTO IBÁÑEZ SÁNCHEZ
Miembro


DRA. JOAQUINA ADELAIDA ALBÁN CASTILLO
Secretaria


DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Asesor

Dedicatoria
A la perseverancia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la fuerza espiritual, el sosiego y la sabiduría. Mi familia ha sido el pilar donde me apoyo en los momentos de incertidumbre, por lo que agradezco a mi esposo y a mi hijo por su generosidad y paciencia, a mi mamita Rosa Nelly y mi madre por su ejemplo a la perseverancia, a mis hermanos por su compañía, a mis sobrinos y sobrinas por su alegría, a mis primos y primas por su confianza, y a Janice y Leonard Breon por su amor y apoyo incondicional.

De manera especial quisiera agradecer a mi tutor, Dr. Oscar Tinoco, por su apoyo y guía en todo momento; así como a los colegas y amigos Héctor Aponte, Luis Troccoli, Oscar González, Gladys Torres, Olga Quevedo, Jame Pérez y Natalia Molina por compartir su experiencia y conocimiento conmigo. A los miembros del jurado, en especial a la Dra. Joaquina Albán, por sus recomendaciones para mejorar este trabajo. A todos mis estudiantes, pero en particular a Nicole Aguirre y Camila Tamayo, por su colaboración e interés en la recolecta de datos. A la UEES y su Centro de Investigaciones (CIN) por su apoyo para que mi proyecto de tesis sea posible. A la Comuna Loma Alta, en especial a Gustavo de la A, a los guardabosques Crisóforo Rodríguez, Narciso Ramírez y Eleodoro Rodríguez, a Mauricio Torres y Enzo Reyes por todo su trabajo en el campo. A la Comuna Dos Mangas, sus directivos 2015 -2017 por su apoyo y a los guardabosques por su trabajo en campo

Al resto de mis amigos que han sido esa familia extendida que me abrigan el corazón y son palabras de aliento en los momentos de oscuridad, en especial a Carol Intriago y sus hermanas, a Carola Bohórquez y Nerli Pérez. Quisiera enaltecer con este esfuerzo a dos seres que no viven físicamente conmigo, pero que los llevo en el corazón siempre, mi padre Vicente Astudillo y mi mamita, Rosa Nelly Holguín, los amaré siempre.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación Problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	7
1.2.1. Problema General	7
1.2.2. Problemas Específicos.....	7
1.3. Justificación.....	8
1.3.1. Justificación Teórica.....	8
1.3.2. Justificación Práctica	8
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Objetivos Específicos	9
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación	10
2.2. Antecedentes de la Investigación	16
2.2.1. Historia Natural de la familia Trochilidae.....	16
2.2.2. Características evolutivas de las plantas ornitógamas.....	22
2.2.3. Interacción Planta-Colibrí	25
2.3. Bases Teóricas	27
2.4. Marco Conceptual	36

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	39
3.1. Área de Estudio	39
3.1.1. Cordillera Chongón Colonche.....	39
3.1.2. Comuna Loma Alta	43
3.1.3. Comuna Dos Mangas	45
3.2. Método.....	47
3.2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	47
3.2.2. Unidad de Análisis	47
3.2.3. Población de Estudio.....	47
3.2.4. Tamaño de Muestra.....	48
3.2.5. Selección de Muestra	48
3.2.6. Técnica de Recolección de Datos	48
3.3. Análisis e interpretación de la información.....	53
3.3.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae	53
3.3.2. Determinación de la composición y diversidad de la familia Trochilidae.....	58
3.3.3. Descripción de las interacciones de la familia Trochilidae.....	58
3.3.4. Verificación de Hipótesis	60
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	62
4.1. Resultados	62
4.1.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche.....	62
4.1.2. Determinación de la composición, estructura y diversidad de la familia Trochilidae	75
4.1.3. Descripción de las interacciones ecológicas de la familia Trochilidae.....	83
4.1.4. Patrones ecológicos asociados a la familia Trochilidae presentes en la cordillera Chongón Colonche.	97
4.2. Verificación de Hipótesis	101
4.3. Discusión	105

4.3.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche.....	105
4.3.2. Determinación de la composición y diversidad de la comunidad de Trochilidae	108
4.3.3. Descripción de las interacciones ecológicas de la comunidad de Trochilidae	110
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS	150

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cifras de la cobertura vegetal natural y tasa de deforestación del Ecuador	4
Cuadro 2. Jerarquización de las técnicas de la biogeografía cuantitativa	29
Cuadro 3. Ecosistemas presentes en la cordillera Chongón Colonche	41
Cuadro 4. Coordenadas de los transectos botánicos en las dos localidades de la CCHC.....	50
Cuadro 5. Coordenadas de los puntos de conteo para Loma Alta	51
Cuadro 6. Coordenadas de los puntos de conteo para Dos Mangas.....	52
Cuadro 7. Estimación Variables Dasométricas	55
Cuadro 8. Índices de diversidad alfa	56
Cuadro 9. Estructura de la red de interacciones en Loma Alta	89
Cuadro 10. Estructura de la red de interacciones en Dos Mangas	96
Cuadro 11. Comparación de la diversidad alfa vegetal en tres gradientes altitudinales	97
Cuadro 12. Comparación de la diversidad alfa de la familia Trochilidae presente en tres gradientes altitudinales	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Incremento de la lista roja de invertebrados amenazados desde 1996 al 2017.....	1
Figura 2. Análisis básico de la biogeografía cuantitativa	30
Figura 3. Clasificación biogeográfica de América Latina y el Caribe.....	31
Figura 4. Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa	33
Figura 5. Clasificación de los métodos de medición de la diversidad beta	34
Figura 6. Ubicación de la cordillera Chongón Colonche.....	39
Figura 7. Ubicación de la Comuna Loma Alta	44
Figura 8. Niveles de precipitación media mensual período 2005 al 2015	45
Figura 9. Ubicación de la Comuna Dos Mangas	46
Figura 10. Vista panorámica de los ecosistemas ubicados en la comuna Loma Alta y Dos Mangas.....	62
Figura 11. Estructura horizontal de la vegetación a 100 msnm	65
Figura 12. Estructura vertical de la vegetación a 100 msnm	66
Figura 13. Estructura horizontal de la vegetación a 300 msnm	67
Figura 14. Estructura vertical de la vegetación a 300 msnm	67
Figura 15. Estructura horizontal de la vegetación a 500 msnm	68
Figura 16. Estructura vertical de la vegetación a 500 msnm	69
Figura 17. Diversidad alfa vegetal presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas	72
Figura 18. Diagrama clúster de la vegetación presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas.....	73
Figura 19. Diagrama de ordenación nMDS de la vegetación presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas	74
Figura 20. Estructura de la familia Trochilidae presente en la comuna Loma Alta...	76
Figura 21. Estructura de la familia Trochilidae presente en la comuna Dos Mangas	77
Figura 22. Abundancia mensual de la familia Trochilidae presente en la comuna Loma Alta.....	78
Figura 23. Abundancia mensual de la familia Trochilidae presente en la comuna Dos Mangas	78
Figura 24. Diversidad alfa de la familia Trochilidae presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas.....	81

Figura 25. Diagrama clúster de la familia Trochilidae presentes en las comunas Loma Alta y Dos Mangas según el gradiente altitudinal y la estacionalidad.....	82
Figura 26. Diagrama de ordenación nMDS de la familia Trochilidae presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas	83
Figura 27. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 100 msnm presentes en la comuna Loma Alta.....	84
Figura 28. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 100 msnm presente en la comuna Loma Alta.....	85
Figura 29. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 300 msnm presentes en la comuna Loma Alta.....	86
Figura 30. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Loma Alta.....	87
Figura 31. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 500 msnm presentes en la comuna Loma Alta.....	88
Figura 32. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Loma Alta.....	89
Figura 33. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 100 msnm presentes en la comuna Dos Mangas	91
Figura 34. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 100 msnm presente en la comuna Dos Mangas	92
Figura 35. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Dos Mangas.....	93
Figura 36. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Dos Mangas	94
Figura 37. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Dos Mangas.....	95
Figura 38. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Dos Mangas	96
Figura 39. Diagrama de ordenación vegetal en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.....	98
Figura 40. Variación espacial de la estructura comunitaria vegetal según la gradiente altitudinal	99
Figura 41. Diagrama de ordenación de la familia Trochilidae registrada en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.....	100

Figura 42. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae según la gradiente altitudinal	101
Figura 43. Variación espacial de la estructura comunitaria de la vegetación en la comuna Loma Alta.....	101
Figura 44. Variación espacial de la estructura comunitaria de la vegetación en la comuna Dos Mangas.....	102
Figura 45. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae en la comuna Loma Alta.	103
Figura 46. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae en la comuna Dos Mangas.	104

RESUMEN

La polinización es un servicio ecosistémico del cual depende la alimentación de muchos animales y plantas que está siendo afectado por actividades antropogénicas alterando las redes de mutualismo y su estudio es una pieza clave para comprender el funcionamiento de la naturaleza. Se determinó los patrones de distribución espacial de la familia Trochilidae en función del gradiente altitudinal en los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos de la cordillera Chongón Colonche. La vegetación difiere según la altitud y corresponde a cuatro diferentes ecosistemas, Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01) a 164 msnm, Bosque semideciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01) a 105 msnm, Bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) a 300 msnm, Bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01) a 466 msnm. La composición de la familia Trochilidae cambió según la altitud y se conformó de 20 especies tales como *Threnetes ruckeri*, *Phaethornis baroni*, *Phaethornis striigularis*, *Phaethornis yaruqui*, *Eutoxeres Aquila*, *Florisuga mellivora*, *Anthracothonax nigricollis*, *Thalurania fannyi*, *Juliamyia julie*, *Amazilia franciae*, *Amazilia amazilia*, *Amazilia tzacatl*, *Adelomyia melanogenys*, *Heliodoxa jacula*, *Coeligena wilsoni*, *Heliothryx barroti*, *Heliomaster longirostris*, *Myrmia micrura*, *Chaetocercus bombus* y *Chaetocercus berlepschi*. Las interacciones ecológicas se asocian a 17 especies de colibríes con 43 especies de plantas, donde las especies claves vegetales fueron *Cornutia pyramidata*, *Inga edulis*, *Inga colonchensis*, *Inga laurina*, *Guzmania monostachia*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Bromelia pinguin*, *Odontonema cuspidata*, *Aphelandra attenuata*. Para la conservación de los procesos ecológicos claves (e.g. la polinización y captación del recurso hídrico) es necesario mejorar la gestión del área protegida, especialmente en Loma Alta donde la especialidad de las relaciones es más fuerte; a pesar que la composición y diversidad tanto vegetal como de Trochilidae es mejor representada en el Bosque Protector Chongón Colonche, sector Dos Mangas.

Palabras claves: Colibríes, RECLA, Dos Mangas, diversidad, red de interacción

ABSTRACT

Pollination is an ecosystem service which depends on the feeding of many animals and plants that is being affected by anthropogenic activities by altering the networks of mutualism and its study is a class piece to understand the functioning of the Nature. The spatial distribution patterns of the Trochilidae family were determined depending on the altitudinal gradient in the seasonally dry tropical forests of the Colunch range. The vegetation differs according to the altitude and corresponds to four different ecosystems, Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01) a 164 masl, Bosque semideciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01) a 105 masl, Bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) a 300 masl, Bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01) a 466 masl. The composition of the Trochilidae family changed according to altitude and was formed of 20 species such as *Threnetes ruckeri*, *Phaethornis baroni*, *Phaethornis striigularis*, *Phaethornis yaruqui*, *Eutoxeres Aquila*, *Florisuga mellivora*, *Anthracothonax nigricollis*, *Thalurania fannyi*, *Juliamyia julie*, *Amazilia franciae*, *Amazilia amazilia*, *Amazilia tzacatl*, *Adelomyia melanogenys*, *Heliodoxa jacula*, *Coeligena wilsoni*, *Heliothryx barroti*, *Heliomaster longirostris*, *Myrmia micrura*, *Chaetocercus bombus* y *Chaetocercus berlepschi*. Ecological interactions are associated with 17 species of hummingbirds with 43 species of plants, where the key plant species were *Cornutia pyramidata*, *Inga edulis*, *Inga Colonchensis*, *Inga Laurina*, *Guzmania monostachia*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Bromelian pinguin*, *Odontonema cuspidata*, *Aphelandra attenuata*. For the conservation of key ecological processes (e.g. pollination and water resource capture) it is necessary to improve the management of the protected area, especially in Loma Alta where it is.

Keywords: Hummingbirds, RECLA, Dos Mangas, diversity index, interaction network

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

El proceso acelerado de extinción de las especies es conocido como la crisis de la biodiversidad y es lo que caracteriza al siglo XXI. La problemática ambiental actual más crítica es la acelerada pérdida de especies, conocida como la sexta extinción masiva (Barnosky et al., 2011; Ceballos et al., 2015) y ocasionada por las actividades antrópicas que alteran procesos ecológicos vitales para la supervivencia humana (Pugnaire, 2006; Normander, 2012; Villaseñor, 2015).

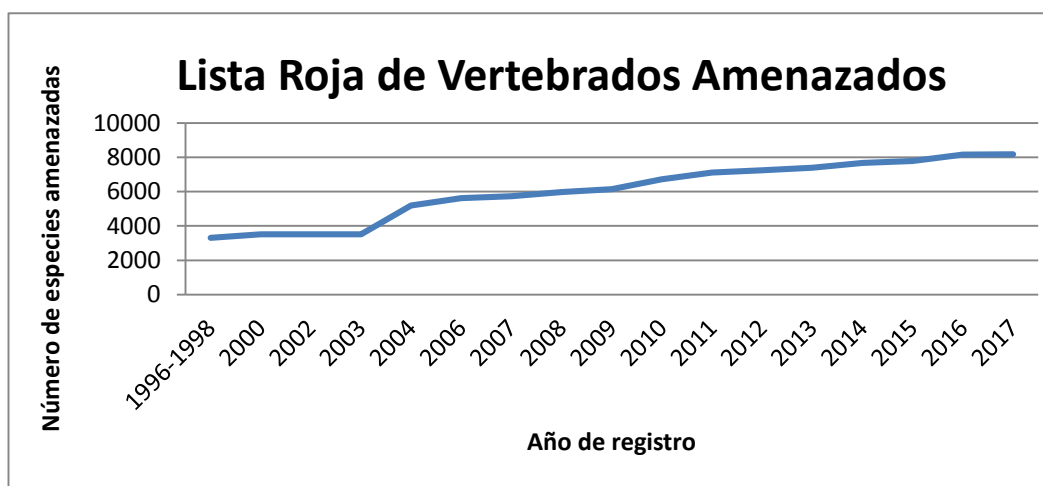


Figura 1. Incremento de la lista roja de invertebrados amenazados desde 1996 al 2017

Fuente: IUCN Red List of Threaten Species, 2017

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) reconoce 68266 especies de vertebrados, de estas sólo el 66% ha sido descrito y se han considerado 44821 especies como evaluadas para la Lista Roja de Especies Amenazadas mundialmente (2017), la cual se ha incrementado desde el año 1996 – 2017 (Figura 1).

El Cambio Climático y la fragmentación de hábitat son dos principales amenazas que enfrenta la diversidad biológica mundial (Cagnolo & Valladares, 2011; García, 2011; Maglianesi, 2016) y que actúan en sinergia reduciendo localmente a las comunidades bióticas y perjudicando a la sociedad humana. El Cambio Climático afecta a la biodiversidad a escala global y amenaza la existencia humana por los cambios en temperatura y la alteración del régimen hidrológico. La Organización para la Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO, por sus siglas en inglés), comunicó que las implicaciones se evidencian en cambios en ecosistemas, interacciones entre especies, conflictos entre la fauna y los seres humanos, incendios en áreas silvestres, salud y enfermedad, entre otros (FAO, 2013)

La fragmentación de hábitat surge de las diferentes actividades antrópicas (e.g. deforestación y ganadería) que afecta a las redes de interacciones tróficas y es la principal causa de la crisis actual de la biodiversidad (EUROPARC – España, 2009). La deforestación reduce la cobertura vegetal y provoca que un ecosistema se fragmente en parches, los ecosistemas fragmentados no albergan gran diversidad de especies debido al efecto de borde (Pérez et al., 2013)

La deforestación mundial fue registrada por la FAO que para el período 1990 – 2015, la cobertura forestal se redujo un 3.1%; es decir, se perdieron 129 millones de ha de bosque (FAO, 2015). En la región tropical, con énfasis en países en vías de desarrollo, los ecosistemas boscosos se convirtieron en terrenos agrícolas sufriendo una pérdida de cobertura forestal de 7 millones de ha y un incremento anual neto de superficie agrícola de 6 millones de ha para el período 2000 – 2010 (FAO, 2016)

Desde finales de los años 90, se ha venido documentando los efectos de la fragmentación y pérdida de hábitat sobre la biodiversidad, y esto ha sido estudiados por autores como Andrén (1994, 1996, 1997, 1999), Farig (1997, 1998, 2001, 2002, 2003) entre otros, los mismos que coinciden en que los efectos pueden ser positivos o negativos, dependiendo del tipo de fauna. No obstante, los efectos negativos registrados por estos autores son: la alteración de la composición, abundancia y estructura de las poblaciones faunísticas, juntamente con cambios en la estructura trófica y patrones de forrajeo.

Las aves son un taxón sensible a la deforestación y la fragmentación de hábitat debido a su dependencia a zonas boscosas para cumplir con su ciclo biológico y funciones ecológicas. De hecho, las aves presentan grados de especialización y sensibilidad a las perturbaciones (Villareal et al., 2004) ya que se sabe que los efectos modifican la composición, riqueza y dinámica poblacional, especialmente en tres componentes biológicos: 1) densidad poblacional; 2) éxito reproductivo y 3) capacidad de dispersión (Willson & Armesto, 2003; Gurrutxaga & Lozano, 2006).

Debido a sus diferentes hábitos alimenticios, las aves están ampliamente distribuidas por los ecosistemas tanto naturales como artificiales, y ofrecen una diversidad de servicios ecosistémicos que han generado una dependencia del ser humano hacia ellas. En los agroecosistemas, el rol funcional de las aves ha provisto servicios ecosistémicos de regulación (e.g. control biológico) y soporte, mediante su comportamiento trófico (e.g. saneamiento de cadáveres, depredación de animales, dispersión de semillas y frutos, y polinización) que han beneficiado al ser humano y que escasamente han sido percibidos por los agropecuarios (Zaccagnini et al., 2011)

La polinización como servicio ecosistémico de soporte, está siendo afectada principalmente por la alteración de las redes complejas de interacción trófica y mutualistas debido al declive o extinción de ciertas especies que desaparecen antes de comprender su rol ecológico. Una de las interacciones básicas es la polinización y la alteración de esta generaría pérdida de especies (Anderson et al., 2011) ya que plantas y aves dependen de ella, implicando la alimentación de muchos animales (Lara-Rodríguez et al., 2012) incluyendo el ser humano y por ello, es necesario su estudio.

Las redes de interacción ecológica son una herramienta para comprender la complejidad de la naturaleza e indicarnos quién interactúa con quién en una comunidad (Bascompte, 2007). Un estudio experimental de polinización mostró la reducción del funcionamiento de la red al eliminar una sola especie de polinizador, aunque en el sistema persistan otras especies polinizadoras eficientes o potenciales (Brosi & Briggs, 2013). Los colibríes son considerados los polinizadores más efectivos porque transportan el polen en su pico y/o cabeza, y no se alimentan de él (Maglianesi, 2016). Sin embargo, el proceso de polinización y el de reproducción de plantas está siendo afectado por la fragmentación de hábitat (Ashworth & Martí, 2011)

El Ecuador es conocido como el país de los colibríes, ya que alberga 124 de las 340 especies registradas mundialmente, es decir acoge al 35% en una pequeña extensión de territorio (Cooper, 1999). No obstante, la cobertura boscosa del país ha sufrido cambios importantes desde la década de los 90 a la actualidad, al igual que la tasa de deforestación y por ello la pérdida de hábitat para algunas especies.

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), la cobertura boscosa fue reducida del 62% en el año 1990 hasta el 57% en el 2008 (Cuadro 1) y la tasa de deforestación reportada para el período 1990 – 2000 es de -0.71% y se redujo a -0.66% para el 2000 – 2008 (Cuadro 1), mermando 12297 ha/año entre ambos períodos (MAE, 2012). Cabe indicar que estos datos fueron generados con un 14% de vacío de información y la cobertura medida fue del 86% del territorio continental, según lo indica el MAE (2012).

Cuadro 1. Cifras de la cobertura vegetal natural y tasa de deforestación del Ecuador

Cobertura boscosa	1990		2000		2008	
	Total (ha)	Porcentaje	Total (ha)	Porcentaje	Total (ha)	Porcentaje
	15519,59	62%	14503,682	58%	14123,637	57%
Tasa Deforestación Anual	1990 - 2000		2000 - 2008			
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje		
	(ha/año)		(ha/año)			
	89,044	-0,71%	77,647	-0,66%		

Fuente: MAE, 2012

La región costa, comparada con otras regiones del país, ha sido la más deforestada presentando una tasa de deforestación anual de 37 967 ha/año para el período 1990-2000 y de 25 481 ha/año para el 2000-2008, en este último período la provincia más afectada fue Santa Elena y Guayas (MAE, 2012). La costa ecuatoriana está representada por los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) y ubicados en el núcleo florístico conocido como Pacífico Ecuatorial. Los BTES del Pacífico Ecuatorial son compartidos con Perú y presentan una alta diversidad y endemismo (Linares-Palomino et al., 2010), así como son considerados los ecosistemas tropicales más amenazados (Espinoza et al., 2012) debido a la fragmentación del hábitat para el uso de actividades antrópicas (Aguirre, Kvist & Sánchez, 2006a; Aguirre, Linares-

Palomino & Kvist, 2006b). También, en la costa, se han identificado otros tipos de bosques que acorde con Dodson & Gentry (1991) pertenecen al bosque húmedo tropical (0.8%), bosque seco tropical (1%) y bosque tropical de garúa (4%) conformando menos del 6 % de la vegetación boscosa registrada para el oeste ecuatoriano.

En la costa central del Ecuador, se ubica la Cordillera Chongón Colonche (CCHC), uno de los sistemas montañosos más importantes por su biodiversidad y endemismo tumbesino, la misma que abarca las provincias de Guayas, Santa Elena y Manabí. La CCHC presentó niveles altos de deforestación afectando los BTES, especialmente el bosque seco caducifolio por encontrarse de fácil acceso en las faldas de la cordillera. La deforestación y posterior fragmentación de hábitat en la cordillera fue registrado por autores como Dodson & Gentry (1991), Parker & Carr (1992), Fundación Natura & KfW (1996), Bonifaz & Cornejo (2004), Valverde & Pérez (2012), Astudillo, Pérez & Fabara (2015), quienes confirman que el área ha sido afectada por la extracción selectiva y en algunos sitios el bosque ha sido convertido en zonas de pasto para el ganado.

Por este motivo, en la CCHC se han establecido cuatro áreas protegidas como son el Parque Nacional Machalilla, Bosque Protector Chongón Colonche, Bosque Protector Loma Alta, el Bosque Protector Cerro Blanco para conservar la biodiversidad presente de los BTES. Sin embargo, la conservación presenta dificultades así lo menciona Astudillo (2010) al reconocer que la categoría de Bosque Protector (BP), al ser una categoría de manejo forestal no garantiza la conservación de la biodiversidad por considerarse una figura de papel. La conservación de los BP de Loma Alta y Chongón Colonche no es cabal, ya que en Astudillo et al. (2015) se hace referencia a la presencia o evidencia de una tala selectiva reducida, especialmente para Loma Alta, y controlada.

Para apoyar la investigación y conservación, especialmente de las aves, en el año 2005 BirdLife International declaró en el país 107 sitios como Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves [AICAs] [Important Bird Area, IBA, por sus siglas en inglés], y en la CCHC se identificaron cuatro AICAs reconocidas como EC017 Parque Nacional Machalilla, EC018 Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, EC025 Bosque Protector Chongón Colonche y EC026 Bosque Protector Cerro Blanco (Freile

& Santander, 2005). Los criterios para que un AICA sea reconocido fueron poseer especies globalmente amenazadas (A1), especies de distribución restringida (A2), conjunto de especies restringidas a un bioma (A3) y congregaciones de especies (A4). (BirdLife International & Conservation International, 2005). Dentro de estos criterios, existen especies avifaunísticas claves para la conservación de los BTES por ser especies polinizadoras y sus poblaciones han disminuido a causa de la fragmentación de hábitat.

Dos especies de colibríes endémicos están presentes en la CCHC, el Estrellita Esmeraldeño (*Chaetocercus berlepschi*) y el Estrellita Chica (*Chaetocercus bombus*), ambos reportados en la lista roja de la UICN en categoría de En Peligro (EN) y Vulnerable (VU) respectivamente. El Estrellita Esmeraldeño es una especie endémica que sólo habita las tierras bajas de la costa ecuatoriana y es de gran preocupación porque su población se ha reducido drásticamente colocándolo en peligro de extinción tanto a nivel global como nacional (Granizo et al., 2002; BirdLife International, 2019 y UICN, 2019). Según Juiña et al. (2010) registró las zonas de reproducción de esta especie en los alrededores del río Ayampe y en la Comuna Loma Alta; a pesar de existir información sobre su biología reproductiva, se conoce tan poco acerca de su distribución espacial, hábitos alimenticios y no hay investigación acerca de su rol ecológico en los procesos de polinización.

Además de la fragmentación y pérdida de hábitat, la CCHC presenta escasez de información por la carencia de investigación en el área y en la región. Según dos estudios sobre la identificación de vacíos de representatividad ecológica y biológica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), la CCHC y la Cuenca de los ríos Ayampe y Piñas son considerados con un nivel alto de prioridad para conservarlos debido a que no están inmersos dentro del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) (MAE, 2006). La poca investigación realizada en la CCHC, se ha dirigido hacia el Bosque Protector Loma Alta, conocido como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta (RECLA) y está enfocada hacia la flora en trabajos publicados por Bonifaz & Cornejo (2004), así como la avifauna y la conservación de la misma en el área protegida efectuada por Becker et al. (1995; 1999; 2000; 2003; 2005; 2007). No obstante, la investigación ha generado información publicada que ya no está actualizada o es considerada literatura gris.

A pesar de los estudios previos sobre la avifauna presente en la CCHC, no se ha realizado ninguno con referencia a las redes de interacción mutualista para conocer el rol ecológico de ciertas especies polinizadoras claves para la sobrevivencia de otras especies. Para comprender mejor las redes mutualistas o de interacción planta – animal, se necesitan mayores estudios a diferentes escalas espaciales (Martínez-García & Ortiz-Pulido, 2014) y en el ensamble de colibríes, la alteración de hábitat influencia la disponibilidad de recursos, por lo que especies que requieran recursos específicos serían vulnerables cuando estos disminuyan (Nieto & Silva, 2012).

Por lo tanto, la carencia de información sobre el ensamble de comunidades avifaunísticas y la pérdida de especies, potencialmente claves (e.g. Trochilidae) para ciertos servicios ecosistémicos necesita una propuesta de investigación que sirva de base para una estrategia de conservación aplicada en las áreas protegidas de la CCHC y alrededores. Ligada a la estrategia de conservación, es necesario incluir mecanismos financieros innovadores para la conservación de la biodiversidad que apoye el desarrollo sostenible de las comunidades humanas que habitan estas áreas y fortalezcan la capacidad de manejo ambiental a nivel local y regional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Existe un patrón de distribución espacial dado por la gradiente altitudinal en la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche?

1.2.2. Problemas Específicos

¿En función de la gradiente altitudinal, cuál es el hábitat de la familia Trochilidae presente en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?

¿En función de la gradiente altitudinal, cuál es la composición, estructura y diversidad de la familia Trochilidae presente en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?

¿En función de la gradiente altitudinal, cuáles son las interacciones ecológicas de la familia Trochilidae presente en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Teórica

La presente investigación es relevante por el valor teórico que generará un conocimiento nuevo en la ecología sinecológica y funcional acerca de patrones ecológicos de la familia Trochilidae para la conservación de los BTES y así poder comprender las interacciones ornitógamas de las especies presente en la costa ecuatoriana.

1.3.2. Justificación Práctica

La implicación práctica, una vez con los resultados, la investigación facilitará de herramientas metodológicas que enmarquen el manejo y gestión de los recursos naturales hacia la toma de decisiones con fundamento científico para que se priorice el desarrollo de programas de conservación y la creación de estrategias regionales comunes dirigidas a la investigación de la avifauna como fuente de desarrollo sostenible. Otro aspecto relevante de los resultados de esta investigación sería la generación de mecanismos financieros innovadores para la conservación de la biodiversidad a través del uso sostenible de la avifauna, enfocada en colibríes; es decir, diversificar las actividades productivas actuales y transformarlas hacia un turismo sostenible (e.g. aviturismo) que contribuya con alternativas que generen ingresos para las familias que habitan en la costa ecuatoriana y disminuyan la presión antrópica de actividades como la agricultura y ganadería sobre la vegetación presente.

De manera que se incentive la conservación los bosques secos tropicales ubicados en la cordillera Chongón Colonche y así proporcionar a los gestores como los Gobiernos Autónomos Descentralizados, al Ministerio del Ambiente del Ecuador y a la comunidad local con herramientas de planificación para una gestión sostenible de esos ecosistemas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Establecer los patrones de distribución espacial de la familia Trochilidae según el gradiente altitudinal ubicado en la cordillera Chongón Colonche.

1.4.2. Objetivos Específicos

Caracterizar el hábitat de la familia Trochilidae con relación al gradiente altitudinal en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.

Determinar la composición, estructura y diversidad de la familia Trochilidae presente con relación al gradiente altitudinal en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.

Determinar las interacciones ecológicas de la familia Trochilidae con relación al gradiente altitudinal en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

La palabra epistemología etimológicamente proviene del “griego episteme que significa conocimiento y logos que indica teoría” (Bernal, 2006, p. 23); por lo tanto, se entiende como la “teoría del conocimiento”. La epistemología es una rama de la filosofía que reflexiona sobre el conocimiento científico, llamada también “filosofía de la ciencia”, la cual Hurtado-Dianderas & Rivera menciona que se encarga de “los problemas filosóficos que rodean la teoría del conocimiento” (2006, p. 104) y se ocupa de investigar las teorías y prácticas científicas; desde esta acepción, Cerda (1998, p.42) comentó que “estudia críticamente los principios, las hipótesis y los resultados de las diversas ciencias, con el propósito de determinar su origen y estructura, su valor y alcance objetivo”.

La teoría del conocimiento se fundamenta en la ciencia, la ciencia se basa en el conocimiento científico y el conocimiento científico según Piaget (1970, p. 15) se compone de “tres elementos: la lógica, la metodología y la epistemología”. La ciencia es un saber que tiene su enfoque en el principio de causalidad natural y se caracteriza por su objetividad. Con relación a la ciencia, Cervantes & Hernández (2015) la describen como “un conjunto de conocimientos objetivos (exactos) de las cosas, obtenidos por medio del razonamiento ordenado al aplicar métodos de observación y experimentación” (p. 5); y en referencia al conocimiento científico, las mismas autoras agregan que es “el resultado de una investigación metódica” (p. 7), la cual presenta características de ser racional, objetivo, sistemático y verificable fundamentado en el método de investigación.

El método científico es un procedimiento el cual presenta pasos lógicos, sistemáticos que se aplica para resolver un problema de investigación, y acorde a Audesirk, Audesirk & Byers (2013) presenta seis etapas básicas: observación, pregunta, hipótesis, predicción, experimentación y conclusión. El método científico elegido debe enfocarse según el objeto de estudio de la disciplina correspondiente, al respecto Bernal (2010) mencionó que en la investigación científica actual existe una pluralidad de métodos científicos usados según el enfoque de la ciencia.

Las ciencias naturales, conocidas como ciencias fácticas, se basan en el conocimiento empírico generado por la experiencia y verificado por el método de investigación. La concepción positivista de las ciencias naturales está apoyada por el método científico de Galileo, el mismo que demanda el principio de la verificación mediante la experimentación. El paradigma del positivismo postula el monismo metodológico caracterizado por el método científico cuantitativo y sostiene que las ciencias empíricas son las únicas fuentes aceptables de conocimiento (Meza, 2003; Bernal, 2010), esto en referencia a la cientificidad de las ciencias sociales.

De manera que, en el siglo XIX se inició el monismo metodológico como una corriente de pensamiento que proponía estandarizar el método científico de las ciencias naturales hacia las ciencias sociales (Salas, 2011), las mismas que emergieron debido a los problemas sociales de la siguiente centuria. En el siglo XX, las escuelas filosóficas establecieron nuevas concepciones de la ciencia que generaron controversia entre autores como Popper (e.g. el principio de la falsación), Kuhn (e.g. Estructura de las revoluciones científicas), Lakatos (e.g. Metodología de los programas de investigación científica) y Feyerabend (e.g. Contra el método) quienes concuerdan en rechazar una homogenización del método científico aplicado a las ciencias (Ramón, 2004).

Sin embargo, el autor más controversial fue Feyerabend con su obra *Tratado contra el método* (1975) donde declara una anarquía epistemológica, la cual rechaza lo sistémico y riguroso del método científico en la ciencia. A pesar de la oposición que enfrentó Feyerabend, él logró demostrar la complejidad y humanidad de la ciencia (Munévar, 2006; Gargiulo, 2016), la misma que se “enriquece con la discusión y la posibilidad de presentar diferentes puntos de vistas” (González, 2006, p. 161).

Es así como, la nueva construcción del conocimiento se asocia a las experiencias que el sujeto tiene con el objeto de estudio y, a su vez, la forma de interpretar y explicar esta información. En efecto, autores como Feyerabend (1974), Osorio (1998), Galindo (1998), Ricci (1999) y Jaramillo (2003) coinciden en que la epistemología no trata solamente de la racionalidad de la ciencia del fenómeno estudiado si no que debe percibirse desde una visión externa concebida del contexto social, político, económico, cultural y de la propia reflexión; conjuntamente a la visión interna que proviene de la

lógica sistemática. Asimismo, Lakatos (1983) añade que, además, existe una historia real que pretende explicar las irregularidades de las teorías e hipótesis (e.g. historia interna) apoyadas en las circunstancias externas (e.g. historia externa) para que, según Feyerabend (1974), el conocimiento sea una solución a un problema de la vida.

Paralelamente a los problemas epistemológicos que los filósofos de la década de los setenta enfrentaban, los biólogos, economistas, políticos y la sociedad (e.g. movimientos ecologistas) abordaban otra realidad científica con respecto al presente y futuro de la especie humana debido a la inequitativa relación hombre - naturaleza. Los científicos se preocuparon por los problemas ambientales (e.g. contaminación, pérdida de biodiversidad, entre otros) que empezaron a ser notorios por la transformación de la naturaleza, así como problemas sociales a largo plazo (e.g. crecimiento de la población humana).

El Club de Roma solicitó un estudio acerca de los “cinco factores básicos que limitan el crecimiento en el planeta Tierra: población, producción agrícola, recursos naturales, producción industrial y contaminación” (Mayor, 2009), los resultados de este se plasmaron en un informe que originó el libro *Los límites del crecimiento* alertando a políticos y tomadores de decisiones de las consecuencias del desarrollo (Brunet & Bocker, 2015).

La crisis ecológica surgida por la concepción hegemónica del hombre vs naturaleza bajo fundamentos capitalistas de producción con fuertes desigualdades, se transformó rápidamente en una crisis ambiental contemporánea que según Leff (2006) es una crisis de conocimiento, la misma que acorde a Giraldo, Quiceno & Valencia (2011) es una crisis civilizatoria y la evasión a esta no es de naturaleza jurídica, ni científica, ni tecnológica sino ética – política, producto de un modelo neoclásico del desarrollo.

La política ambiental es un eje que se ha impulsado desde la Organización de las Naciones Unidas (United Nations - UN, por sus siglas en inglés), un organismo internacional que aborda temas de seguridad mundial (e.g. paz, derechos humanos, equidad) y que anexó el medio ambiente como parte de una seguridad ecológica. La ONU ha prestado atención especial a problemas de degradación ambiental y estos se los debate en las Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el

Desarrollo [CNUMAD] conocidas como Cumbres para la Tierra, quienes recomendaron la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] con el objetivo de ayudar en políticas medioambientales adecuadas (UN, 2017).

A continuación, se indican las principales Cumbres que han marcado un hito en definir compromisos políticos a nivel local, regional y global. En 1972, se desarrolló la I Conferencia Internacional sobre Medio Humano en Estocolmo, la cual originó iniciativas de legislación ambiental en temas de manejo de recursos naturales y emisiones de sustancias tóxicas, así como considerar el desarrollo económico y social de los países emergentes dentro de las políticas ambientales de los Estados e incluir la educación ambiental (Genesio & Otero, 2012). En 1983, la ONU conformó la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo [CMMAD], la misma que se encargó de estudiar, analizar y plantear posibles soluciones para los problemas ambientales actuales. En 1987, la CMMAD emitió un informe titulado Nuestro Futuro Común, aunque conocido como el Informe de Brundtland, en este se explicó y acuñó internacionalmente el término desarrollo sostenible definiéndose como “aquel que permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (UN, 1987), considerándose el concepto para cualquier actividad de desarrollo ya que se fundamenta en tres aspectos: social, económico y ecológico.

En 1992 se celebró la Cumbre para la Tierra en Río de Janeiro, en la cual se demostró que la conservación del medio ambiente y la administración de los recursos naturales se asocian a necesidades sociales y económicas que afectarían a largo plazo intereses políticos mundiales (UN, 2017); por ello la urgencia de una sostenibilidad. En la Cumbre de Río se introdujo un plan de acción global conocida como Agenda 21, la misma que es una herramienta de planificación que acoge principios del desarrollo sostenible, el cual es adoptado como un compromiso político de Gobiernos y Administradores Públicos responsables de la sostenibilidad y de incorporar está a sus Agendas 21 Local (Prado & García, 2009). Otros documentos que describen las nuevas políticas claves siguiendo los principios del desarrollo sostenible son: Declaración de Río, Convención Marco sobre el Cambio Climático, Convención sobre la Diversidad Biológica y Declaración de Principios Forestales.

Dentro de la Agenda 21, un tema de referencia es la educación y ya desde la Conferencia de Estocolmo (1972) pasando por la Conferencia sobre Educación Ambiental (1980) se mencionó lo relevante de una educación holística y del rol de las universidades en este cambio de paradigma. La Agenda 21 en su principio 263 menciona "... La educación es igualmente fundamental para adquirir conciencia, valores, actitudes, técnicas y comportamientos ecológicos y éticos, en consonancia con el desarrollo sostenible y favorecer la participación pública efectiva en el proceso de adopción de decisiones" y es así como las ciencias naturales y ciencias sociales interaccionan para participar en la gestión de los recursos naturales, las ciencias ambientales.

Según Gianuzzo (2010, p. 130), la problemática del desarrollo sostenible se basa en dos aspectos dinámicos: "cambios en la comprensión del mundo y en cambios en la naturaleza de la toma de decisiones". De esta manera, se origina la visión ecológica para la comprensión del mundo donde la ciencia trasciende el conocimiento científico basado en planteamientos sistemáticos a la integración del conocimiento en un contexto holístico, a lo cual Jaramillo (2003) agrega que este nuevo conocimiento está asociado a la experiencia diaria del sujeto y que la epistemología es "el ser y el quehacer de una disciplina específica rodeada de otras tantas que la pueden complementar" (p. 4).

A partir de esta mirada ecológica nace un nuevo paradigma en la epistemología, el Paradigma de Complejidad o Pensamiento Complejo, el cual pretende impulsar un cambio de la racionalidad limitada de las disciplinas por una percepción transdisciplinaria de la ciencia para así comprender la realidad compleja que vivimos, ya que acorde a Gianuzzo (2010, p. 136) "la falta de articulación entre las problemáticas ambientales, la investigación y las acciones son necesarias para la solución". Basado en los argumentos de Piaget (1970), Edgar Morin, filósofo francés y precursor del Pensamiento Complejo, en su obra *Ciencia con Conciencia* promueve el cambio de paradigma de la racionalidad lógica y segmentada de los conocimientos por una racionalidad compleja que organiza y vincula el conocimiento en la complejidad de los sistemas dinámicos (Morin, 1984, 1996, 2001, 2003 y 2010). A lo cual Osorio, desde su perspectiva antropológica del ser humano viviendo en sociedad

complementa que “la creación de unos principios de inteligibilidad que nos permitan comprendernos de una manera distinta... para dilucidar nuestra condición humana en la era que se ha convertido en planetaria... ya que el hombre hace parte de esa complejidad que a su vez lo constituye” (2012, p. 272 - 273).

De tal manera que, en el siglo XXI, en nuestra sociedad actual se aprecia un conocimiento transdisciplinario que articule aspectos sociales, culturales, personales en la adquisición del nuevo conocimiento y donde las universidades tienen un rol fundamental. Con relación a las universidades, Osorio (2012) las describe como “instituciones sociales que transmiten de manera pedagógica la adquisición de un saber organizado en disciplinas” (p. 283); no obstante, para complementar el cambio de criterio disciplinario por uno nuevo de transdisciplinariedad, Martínez añade que las “disciplinas académicas aisladas son menos que adecuadas para tratar los más importantes problemas intelectuales y sociales de nuestro tiempo” (2003, p. 120); por lo tanto, la universidad debe adaptarse a las necesidades de nuestra sociedad moderna para ayudar en la resolución de problemas.

Considerando el Pensamiento Complejo, se inicia el nuevo campo de investigación de la transdisciplinariedad que permite comprender el mundo desde una perspectiva multidimensional y según Martínez (2007) emerge como un conocimiento superior “que permite cruzar los linderos de diferentes áreas del conocimiento disciplinar y crear nuevas imágenes de la realidad más completa, más integradas y, por consiguiente, también más verdaderas” (p. 17). El pensamiento de la complejidad de Edgar Morin, el método de transdisciplinariedad de Basarab Nicolescu y las ciencias de la complejidad de Ilya Prigogine, han marcado un hito en el nuevo paradigma de la ciencia y han contribuido a que las ciencias ambientales emerjan bajo los enunciados de transdisciplinariedad y sistemas complejos.

La ciencia ambiental como nueva área de conocimiento pretende ayudar a los problemas ambientales y conflictos sociales que ponderan en la crisis contemporánea mundial y que las otras disciplinas no han podido hacerlo por la carencia de una racionalidad ambiental. Con respecto a esto, la Red Colombiana de Formación Ambiental [RCFA] (2007, p. 16-17) menciona que debido a la especialidad y fragmentación de las disciplinas tradicionales que mantienen un enfoque

reduccionista, no se han ofrecido soluciones eficaces por carecer de la comprensión de la multiplicidad de elementos, interrelaciones y determinantes de situaciones propias que precisa el objeto de estudio en esta grave crisis ambiental.

Apoyada en los aportes de otras disciplinas científicas, la ciencia ambiental fue concebida dentro de la nueva racionalidad ambiental, como una disciplina aplicada que permite guiar al ser humano en la administración de los recursos naturales y en la toma de decisiones, ya que se relaciona con la ecología así lo manifiesta Solomon, Berg & Martin aludiendo que esta “se enfoca en la forma en que los humanos interactúan con el ambiente” (2013, Capítulo 53, p. 1154).

2.2. Antecedentes de la Investigación

2.2.1. Historia Natural de la familia Trochilidae

La familia Trochilidae es originaria del Neotrópico y corresponden a un grupo monofilético (e.g., origen común), la cual se divide en dos subfamilias, Phaethornithinae (Ermitaños) con aproximadamente 30 especies y Trochilinae con 310 especies (Ornelas, 1996; Schuchmann, 1999).

La distribución de la familia va desde Alaska en Estados Unidos y Labrador en Canadá hasta Tierra del Fuego en Argentina y el Estrecho de Magallanes en Chile, donde Brasil y Ecuador tienen el mayor número de especies encontradas (Sargent & Sargent, 2001). El centro de origen y evolución de los colibríes reside, posiblemente, en las montañas antigua del Este de Brasil y el centro de distribución y diversificación sea a lo largo del eje andino entre Colombia y Perú (Gutierrez & Rojas, 2001).

Los patrones de diversidad se concentran en países tropicales como Ecuador, Colombia y Perú que poseen más de 100 especies cada uno, comparado con los países de zonas templadas como México, Estados Unidos y Canadá que registran 57, 19 y 5 especies respectivamente habitando desde playas, zonas áridas, bosques secos y húmedos hasta páramos de montaña (Arizmendi & Berlanga, 2014). La diversidad de la subfamilia Phaethornithinae se manifiesta en la región amazónica, donde alcanza una dominancia a nivel comunitario a menos de 100 msnm en los bosques húmedos;

mientras que la subfamilia Trochilinae se encuentra a alturas medias en los Andes y es el único grupo en elevaciones altas (Stiles, 1981).

Los colibríes son aves nectarívoras que tienen una historia evolutiva condicionada a los requerimientos energéticos de su dieta y por ello han conseguido especializarse mediante adaptaciones como el tamaño corporal, la locomoción, el pico y las estructuras bucales, el tracto digestivo y los patrones de comportamiento (Gutierrez & Rojas, 2001). La expectativa de vida es de 6 a 12 años en estado libre y hasta los 17 años en estado cautivo (Sargent & Sargent, 2001; Welch et al., 2006).

La primera adaptación es su tamaño pequeño y se estima un peso entre 6 y 12 gramos, con excepciones como el Colibrí Zunzuncito (*Mellisuga helenae*) que pesa 2 gramos y el Colibrí Gigante (*Patagonia gigas*) con 20 gramos (Fernandez, Dudley & Bosinovic, 2011).

La segunda especiación es su sistema de locomoción, el cual es un vuelo supersónico producido por adaptaciones únicas en su anatomía y fisiología. Los colibríes son las únicas aves que tienen un vuelo estacionario, suspendidas en el aire (Tobalske, 2010), y pueden volar en todas las direcciones, incluyendo lateralmente y hacia atrás (Arizmendi & Berlanga, 2014). El vuelo estacionario se debe a su tamaño pequeño, alta frecuencia de aleteo, amplio margen de potencia específica de la masa disponible para el vuelo y un conjunto de características anatómicas (Tobalske, 2010).

El diseño aerodinámico de su cuerpo es producto de sus alas largas con huesos carpianos y metacarpianos alargados combinado con un hueso del húmero reducido y un brazo robusto (Ketz-Riley & Sanchez, 2014); así como, una desarrollada musculatura pectoral (músculos pectoralis y supracoraideus) y supinadora del ala (músculo supinador) que le permite dejar sus alas extendidas y voltearlas durante el ascenso para que pueda soportar su peso (Tobalske, 2010). La habilidad de supinar o invertir el ala durante el vuelo de ascenso se debe a la rotación en la muñeca más que a la suma de las articulaciones del hombro y codo (Warrick et al., 2012). La musculatura pectoral representa el 30% de su masa corporal y le faculta un aleteo entre 12 a 80 veces por segundo hasta 200 aleteos en los despliegues de cortejo y alcanzar una velocidad de 15 m/seg o 54 km/hr, así como 95 km/hr cuando exhiben los vuelos

de picada durante el cortejo (Ketz-Riley & Sanchez, 2014; Arizmendi & Berlanga, 2014).

El vuelo de suspensión o flotante es el estilo más costoso energéticamente y en ambientes templados, las aves pequeñas, tienen altas demandas metabólicas (30-40% de su presupuesto energético diario) para mantener los procesos de termorregulación (González-Gómez, Vásquez & Bozinovic, 2011). Los colibríes poseen una temperatura corporal que oscila entre 36.5°C a 43.3 °C, 39°C cuando descansa, así como una frecuencia respiratoria aproximadamente de 250 hasta 400 respiros/minuto y una frecuencia cardíaca de 500 a 600 latidos/minuto, incrementándose a 1260 latidos/minuto durante el vuelo (Ketz-Riley & Sanchez, 2014). Anatómicamente, el corazón y el cerebro de los colibríes son los más grandes entre las aves, representando el 2% y 4.2% de su peso corporal respectivamente (Ketz-Riley & Sanchez, 2014; Arizmendi & Berlanga, 2014). El tamaño de su cerebro le permite tener un sistema nervioso desarrollado y una visión aguda, donde el hipocampo desempeña un papel importante en la memoria y navegación espacial facultando a estas aves recordar la distribución de las flores con néctar (Welch et al., 2006).

Para mantener los procesos metabólicos, los colibríes mantienen una dieta líquida (néctar) alta en energía y también se alimentan de pequeños artrópodos que proveen proteína y grasa. El consumo de artrópodos, principalmente por los juveniles, representa una importante fuente de energía cuando los recursos florísticos están reducidos a causa de la estacionalidad de las flores o la competencia (Moran, Prosser & Moran, 2019).

La tercera adaptación corresponde al pico y las estructuras bucales. La subfamilia Phaethornithinae exhibe picos largos y curvos, mientras la subfamilia Trochilinae presenta picos rectos (Gutiérrez, Rojas-Nossa & Stiles, 2004; Rodríguez-Flores & Stiles, 2005). La longitud del pico varía entre 8, 24, 28 y 95 mm, este último corresponde al Colibrí Picoespada (*Ensifera ensifera*) (Feisinger, 1990) especializado en visitar las corolas de 11.4 cm de las flores de la curuba (*Passiflora mixta*) (Arizmendi & Berlanga, 2014).

Dependiendo del tamaño y la morfología de los picos, los colibríes se han dividido en tres grupos: 1) pequeños, de picos cortos < 15mm y menos de 3.5 g; 2) medianos, de picos alrededor de 15-25 mm y entre 3.5 a 7 g; 3) grandes, con picos largos y curvos < 30mm donde se incluyen tallas medianas y grandes con un peso superior a 5.5 g (Stiles, 1985; Gutierrez & Rojas, 2001).

La lengua de los colibríes es larga, tubular y extensible (Arizmendi & Berlanga, 2014) formando dos paralelos con surcos en forma de C constituido por membranas de queratina que están alrededor de una varilla rígida con la punta bifurcada (Kim et al., 2012). Los surcos tienen la función de varillas que permiten que el néctar suba por acción capilar, pero, además, la punta de la lengua funciona como un dispositivo dinámico para atrapar líquidos que cambia dramáticamente dentro y fuera de los fluidos, siendo un mecanismo propio y altamente eficiente ya que no requiere gasto energético (Rico-Guevara & Rubega, 2011).

La cuarta adaptación está asociada al tracto gastrointestinal. Los colibríes presentan un pequeño buche e intestino, por lo que carecen de vesícula biliar e intestino ciego. Una limitante en la frecuencia y velocidad en la alimentación es que el buche se vacía aproximadamente cada 4 minutos y el tiempo para la digestión es de 15 minutos, absorbiendo del 99% de la glucosa ingerida (Ketz-Riley & Sanchez, 2014). De manera que, el consumo de alimento diario es mayor a tres veces de su masa corporal (Ketz-Riley & Sanchez, 2014) y necesitan alimentarse aproximadamente cada 10 minutos (Arizmendi & Berlanga, 2014).

El hígado es uno de los órganos más activo metabólicamente con altos niveles de enzimas para la síntesis de lípidos. Las mitocondrias en los músculos son capaces de oxidar tanto los carbohidratos como las grasas y la oxidación de carbohidratos recién consumidos apoya la alta demanda de Adenosín Trifosfato (ATP) durante el vuelo de corta duración (Ketz-Riley & Sanchez, 2014). La oxidación de grasas es empleada en vuelos migratorios de larga duración, por lo que los colibríes ganan peso (hasta el 72% de su peso corporal) en grasa para la migración.

Para conservar energía, los colibríes tienen dos estrategias: el perchamiento y el estado de torpor. Durante el día, los colibríes permanecen perchados y sólo un 10%

están volando o suspendidos mientras se alimentan entre comidas; entretanto, durante las noches frías o previo a la migración permanecen en estado de torpor reduciendo su tasa metabólica, donde la temperatura del cuerpo desciende a 8°C, la frecuencia cardíaca entre 30 a 50 latidos/minuto y la frecuencia respiratoria baja a 50 respiros/minuto con episodios de apnea de hasta 5 minutos (Ketz-Riley & Sanchez, 2014). El estado de torpor es una estrategia de migración usado por aves y mamíferos que no pueden escapar de las condiciones ambientales extremas, donde permanecen en un estado de letargo entre 3-12 horas (Ruf & Geiser, 2015).

La última adaptación pertenece a los comportamientos tanto de forrajeo como de reproducción. La defensa territorial es una estrategia de forrajeo energéticamente costosa porque implica despliegues aéreos, persecuciones y vocalizaciones (Marquéz-Luna et al., 2015). Un grupo de colibríes es territorial y agresivo en la defensa activa de los territorios de alimentación, mientras que otro grupo no posee territorio porque tienen rutas de forrajeo conocidos como ruterios. Por ejemplo, los colibríes de tamaño mediano o grande, particularmente del género *Amazilia*, tienen un comportamiento agresivo y los colibríes de tamaño pequeño o grande, especialmente los Ermitaños, no son territoriales (Arizmendi & Berlanga, 2014). El comportamiento territorial en los colibríes se aprecia, esencialmente en los machos, quienes comparten interacciones antagónicas; aunque, acorde a Parra (2010) las hembras de ciertas especies también muestran un comportamiento territorial durante la alimentación.

El comportamiento reproductivo es otro aspecto de la historia evolutiva en los colibríes que se relaciona con la selección sexual, donde los machos han evolucionado con estrategias para aparearse. Las estrategias de apareamiento incluyen el dimorfismo sexual, el despliegue del vuelo en el cortejo y la ubicación de territorios para la reproducción conocidos como leks. El dimorfismo sexual puede expresarse en el tamaño, forma (ornamentación) y colores, a este último se lo conoce como dicromatismo sexual. El dicromatismo sexual se exhibe en la iridiscencia de su plumaje, una característica de los colibríes, donde los machos presentan parches de colores brillantes en la cresta y garganta (i.e. gorguera) cuando adquieren la madurez sexual, haciendo despliegues de estos en el cortejo y en la defensa del territorio (Parra, 2010). El efecto de la iridiscencia es producido por la refracción de la luz, es decir,

que se pueden mostrar colores metálicos brillantes a la luz del sol y colores oscuros en la sombra (Arizmendi & Berlanga, 2014).

Los colibríes son polígamos y los machos poseen territorios para la reproducción conocidos como leks. Las arenas de despliegues (leks) son áreas de apareamiento, donde los machos exhiben señales visuales (ornamentaciones), acústicas (cantos) u olfativas (feromonas) y las hembras visitan el área con el objetivo de elegir el macho más apto para aparearse (Sanz, 2003). En la familia Trochilidae se han reportado 49 especies de colibríes que forman leks (Martínez-García, Lara & Ornelas, 2013) y generalmente asociada a la subfamilia Phaethornithinae, con algunas especies de la subfamilia Trochilinae, en donde el éxito de las cópulas depende del canto persistente y vigoroso; así como, los despliegues aéreos que reflejan la dominancia sobre otro macho (Flores, 2017).

A pesar de que el tiempo de permanencia de un macho en un lek incrementa las posibilidades de aparearse, en algunos estudios de las especies *Eupetomena macroura* y *Amazilia candida*, no se registró cópulas en los leks dificultando la evaluación del éxito reproductivo en los machos (Atwood et al., 1991; Pizo & Silva, 2001; Flores, 2017). Algunas especies de colibríes muestran fidelidad a los territorios de apareamiento, aunque esto puede ser especulativo debido a que los individuos no fueron marcados y sólo fueron reconocidos por características auditivas (Pizo, 2012)

Después de la cópula, las hembras abandonan los leks y se encargan del cuidado de los polluelos. Las hembras buscan el material, construyen el nido, continúan construyendo hasta un período avanzado de incubación y cuidan de los jóvenes (Fierro & Martin, 2007). Los nidos son en forma de copa en las horquillas de ramas delgadas de árboles, arbustos y enredaderas, empleando material vegetal, telarañas y musgos (Fierro & Martin, 2007; Arizmendi & Berlanga, 2014). Las hembras, generalmente, ponen dos huevos de color blanco y los incuban entre 13 a 19 días, abandonando el nido frecuentemente para alimentarse; las crías son altriciales, es decir, nacen con los ojos cerrados y sin plumas, siendo alimentados con néctar regurgitado e insectos cada dos horas y permanecen en el nido por el período de 20 a 35 días, abandonándolo cuando ya vuelan (Stiles & Skutch, 1995; Ketz-Riley & Sanchez, 2014).

El volantón, inmaduro recién salido del nido, muestra un plumaje juvenil que es el primer plumaje adquirido y es reemplazado, en sus plumas corporales, en la muda prebásica que suele ocurrir durante los tres primeros meses de abandonar el nido (Ralph et al., 1996). La muda es el cambio de plumaje en un período al año, el cual les asegura excelentes condiciones físicas para el vuelo y la termorregulación, y en los colibríes dura de 2-4 meses (Gutierrez & Rojas, 2001). El proceso de muda es de manera sistemática, en el caso de las plumas primarias para no afectar el vuelo y en el caso del plumaje corporal para no afectar la termorregulación (Gutierrez & Rojas, 2001).

2.2.2. Características evolutivas de las plantas ornitógamas

La polinización es el traspaso del polen desde las anteras de una planta a los estigmas de otra y los agentes polinizadores pueden ser aire, agua o animales, donde el último es conocido como polinización zoógama y pueden estar adaptadas a un polinizador específico como murciélagos (quiropterógamas), aves (ornitógamas) e insectos (entomógamas) (Viejo, 1996). El síndrome floral o de polinización son estrategias de las plantas que destacan características morfológicas y producen diferentes tipos de recompensa para atraer un grupo funcional de polinizador (Espino-Espino, Rosas & Cuevas-García, 2014). Los diferentes polinizadores promueven distintos síndromes de polinización que son categorizaciones útiles para comprender la diversificación floral porque permite clasificar a los polinizadores que comparten similitudes en morfología, tamaño, comportamiento; además, similitudes de las fuerzas de selección que se imponen sobre el fenotipo de la flor (Fenster et al., 2004).

Las plantas ornitógamas exhiben diversos mecanismos florales, los cuales se distinguen la forma y color de las flores, la orientación en el vástago, calidad y cantidad de néctar, y fenología, estas mismas características se asocian al síndrome de polinización para la familia Trochilidae (Amaya, Stiles & Rangel, 2001). El síndrome de la ornitofilia en las plantas polinizadas por los colibríes es descrito por Gutierrez & Rojas (2001) al mencionar lo siguiente: El mecanismo visual principal de atracción son flores o partes vegetativas de colores rojo, naranja, amarillo o una combinación de estos y el néctar contiene altas concentraciones en azúcar (sacarosa, glucosa y

fructuosa) y baja en aminoácidos, lípidos y polisacáridos. Las flores pueden tener corolas largas tubulares, las cuales muestran una mayor producción de néctar tanto en volumen como en la concentración de sacarosa y producen pocas flores, o flores con corolas cortas, las mismas que tienden a producir poco néctar con menor concentración y aglomeran muchas flores (Feisinger, 1990). En general, las flores visitadas por colibríes son tubulares, con colores brillantes y contrastantes, sin olor, con abundante néctar y antesis diurna (De Araújo, Almeida & Oliveira, 2011).

En Norteamérica, las plantas comúnmente polinizadas por los colibríes son especies pertenecientes al género *Salvia*, *Penstemon*, *Fuchsia*, *Erythrina*, *Opuntia*, *Calliandra* o *Callistemon*, donde las cuatro primeras tienen una forma tubular y las últimas de plumero, color rojo (Arizmendi & Berlanga, 2014). En Centro y Sudamérica, se han registrado colibríes, principalmente Ermitaños, en flores de la familia *Heliconiaceae*, *Gesneriaceae*, *Passifloraceae*, *Costaceae*, *Acanthaceae*, *Rubiaceae*, *Bromeliaceae* y *Ericaceae* (Feisinger, 1990; Rodríguez-Flores & Stiles, 2005). Las flores visitadas por los Ermitaños presentan una mayor longitud de la corola, un crecimiento individual o clones dispersos, períodos de floración largos, elaboran un néctar de alta calidad y tienen un mayor valor medio de concentración de néctar (Stiles, 1975, Gutierrez & Rojas, 2001; Gutiérrez et al., 2004).

Las características en las estructuras florales están asociadas a la teoría de la evolución y está ligada a procesos de coevolución. La variación morfológica de la corola de las flores y su correlación con la longitud y curvatura del pico de los colibríes es una característica especializada que propone una hipótesis de coevolución de las estructuras pico-corola como una adaptación en la eficiencia en la extracción del néctar (Stiles, 1981; Nicolson & Fleming, 2003; Rodríguez-Flores & Stiles, 2005; Ornelas et al., 2007; Maglianesi, Blüthgen, Böhning-Gaese & Schleuning, 2014). Sin embargo, los resultados en los trabajos de Amaya et al. (2001), Gutierrez & Rojas (2001), Gutierrez et al. (2004), Burbano (2012) muestran una débil relación de especialización eco-morfológica en áreas de bosque húmedo colombiano y se resalta más bien un patrón generalista morfo-ecológico. De manera que, se reporta un comportamiento de forrajeo generalista y oportunista por parte de la mayoría de los colibríes para aprovechar la disponibilidad de alimento en plantas no ornitófilas (Amaya et al., 2001; Arizmendi & Berlanga, 2014; Burbano, 2013).

Adicionalmente, las plantas ornitógamias tienen mecanismo de restricción para los insectos, como las flores que presentan el color rojo que es conspicuo o el néctar que es diferente en su composición y en su concentración (diluido), y los picos de producción; además, muestran partes duras en las flores y una gran distancia entre las partes sexuales y la cámara de néctar (Gutierrez & Rojas, 2001).

Acorde a varios estudios realizados por Stiles (1981, 1985, 1995), el comportamiento fenológico de las plantas ornitógamias en la época de floración en el bosque tropical muy húmedo presenta diferencias marcadas debido a la fuerte estacionalidad presente y que es repetido anualmente sin cambios; además de que el valor de la ornitogamia en las plantas aumenta de manera directa en condiciones de mayor humedad y altitud.

La relación entre colibríes y plantas ha sido bastante estudiada por autores como Skutch (1950), Snow & Snow (1964, 1972); Feinsinger (1976); Feinsinger & Colwell (1978), Stiles (1975, 1978, 1979, 1981), quienes han sentado las bases entre las relaciones coevolutivas planta- animal.

2.2.3. Interacción Planta-Colibrí

En la naturaleza existen relaciones de cooperación conocidas como mutualismo. Las relaciones mutualistas están omnipresentes en las comunidades naturales y son interacciones positivas de beneficio recíproco entre dos especies, donde el beneficio se expresa ya sea en la aptitud física del individuo o en la dinámica de la población (Bronstein, 2009). El mutualismo más frecuente es la relación simbiótica entre los hongos micorrízicos y el 80% de las plantas angiospermas (Bronstein et al., 2006; Barrer, 2009).

Las interacciones mutualistas establecen el funcionamiento de ciertos ecosistemas porque de estas depende la reproducción y alimentación de plantas y animales (Medel et al., 2009); asimismo, poseen un papel importante en la generación de la biodiversidad en la Tierra (Bascompte & Jordano, 2007; 2008). Los ecosistemas tropicales requieren de las interacciones planta-animal por los procesos de polinización y dispersión de semillas, donde las especies leñosas dependen entre el 60-95% de los animales (Medel et al., 2009); mientras que, los ecosistemas templados muestran una influencia del 78% debido a que estos procesos son efectuados, principalmente, por el viento (Aizen, Vázquez & Smith-Ramírez, 2002; Maglianesi, 2016).

La polinización es el proceso más estudiado (Olesen & Jordano, 2002) y es proveído por los animales, donde el 90% de las angiospermas en ecosistemas naturales (Ollerton, Winfree & Tarrant, 2011) y el 75% de las plantas en cultivos (Maglianesi, 2016) depende de la zoogamia. Las aves tienen un papel importante en la polinización (Buzato, Sazima & Sazima, 2000) y los colibríes son los responsables del 15% de la polinización de las angiospermas en el trópico (Buzato et al., 2000; Las Casas et al., 2012); así como forman el grupo de polinizadores más especializado y eficiente debido a que no consumen el polen, sino que lo transportan (Maglianesi, 2016).

El estudio de las relaciones planta-animal son examinadas desde el enfoque de comunidad ecológica, donde Bascompte & Jordano (2007, 2008) las describen como redes tróficas de interdependencia conformadas por más de dos organismos caracterizados por su grado de heterogeneidad y son analizadas con el objetivo de

entender como estas conexiones de interacciones biológicas en red responden a las perturbaciones.

Las redes mutualistas presentan patrones de estructura que son descritas desde dos propiedades: 1) la heterogeneidad, que es el número de interacciones de las especies; 2) la naturaleza encajada o anidada, se refiere al grado de especialidad de las especies (Jordano et al., 2003, 2006; Bascompte, 2007; Bascompte & Jordano 2007, 2008).

La relación planta-colibrí ha sido estudiada desde el enfoque de comunidad concentrando los trabajos desde una perspectiva descriptiva ya sea desde polinizadores o de recursos alimenticios en diferentes ecosistemas, pero muy pocos estudios se han realizado desde redes de interacciones mutualistas de polinización. Los países que han liderado la descripción de las interacciones mutualistas son México con trabajos de Ortiz-Pulido & Díaz (2001), Ortiz-Pulido & Vargas-Licona (2008), Martínez-García (2006), Lara-Rodríguez et al. (2012); Ortiz-Pulido et al. (2012), Partida et al. (2012), Martínez-García & Ortiz-Pulido (2014), Díaz-Valenzuela (2016), Patiño (2017), y en Colombia con autores como Amaya (1991), Amaya et al. (2001), Gutierrez & Rojas (2001), Rosero & Sazima, (2004), Gutiérrez et al. (2004), Ramírez-Burbano et al. (2007), Ramírez-Burbano (2013), León-Camargo (2013), León-Camargo & Rangel-Ch (2015), Cardozo et al. (2018).

En Perú, el trabajo de González & Wethington (2014), González & Loiselle (2016) y en el Ecuador no existen aún estudios de interacción publicados. Los estudios realizados sobre la familia Trochilidae se basa principalmente en la ecología de las especies que habitan los bosques altoandinos (Ortiz-Crespo, 2003; Dyrce & Greeney, 2008; Nieto & Silva, 2012; Espíndola, 2013); sin embargo, no hay más información sobre las especies que habitan los bosques secos tropicales en la costa ecuatoriana. Aunque, ha surgido un particular interés en estudiar el Estrellita Esmeraldeña (*Chaetocercus berpleschi*), especie endémica del Ecuador y en peligro, por lo que se realizaron investigaciones sobre su distribución, plumaje y estado de conservación (Harris et al., 2009) y su biología reproductiva (Juiña et al., 2010). No obstante, se carece de información sobre la preferencia alimenticia y la dieta ha sido enfocada hacia las observaciones sobre la ingestión de suelo como suplemento (Hickman et al., 2012).

Los pocos trabajos que se han realizado se enfocan en las redes de interacción colibrí-planta en los bosques alto andino (Rojas, 2018; Córdova & Fajardo, 2018).

2.3. Bases Teóricas

Las bases teóricas de este trabajo se sustentan en la conservación de la diversidad biológica y es esta biodiversidad que depende de factores ambientales para su distribución, la misma que abarca escalas espaciales y temporales a diferentes niveles de manejo (e.g. mundial, regional, local). Debido a que la distribución de la biodiversidad no es homogénea, la comprensión de los patrones ecológicos en sus áreas de distribución ha sido objeto de estudio de las ciencias desde sus diferentes enfoques (e.g. geografía, ecología, biogeografía, biología de la conservación); por ello, las diferentes teorías que se explicarán en este apartado provienen del enfoque inter y multidisciplinario de las ciencias.

La biología de la conservación, una ciencia multidisciplinaria, que emerge con la crisis actual de la pérdida acelerada de la biodiversidad y que según Primack (2012), cumple con tres objetivos: 1) investigar y describir la diversidad; 2) entender los efectos de las actividades antrópicas sobre la biodiversidad, y 3) desarrollar enfoques interdisciplinarios para proteger y restaurar la diversidad biológica; mientras su aplicación es brindar elementos para tomar decisiones acertadas en el manejo y conservación de la biodiversidad.

Asimismo, la biogeografía es la ciencia que “estudia patrones de distribución de los seres vivos, actuales y extintos, sobre la superficie terrestre” (Espinosa, Aguilar & Escalante, 2001, p.31), la cual tiene dos vertientes: histórica y ecológica (Morrone, Espinosa & Llorente-Bousquets, 1996); la primera hace énfasis en los aspectos históricos para comprender los procesos y patrones evolutivos de los taxones y biotas, y de las relaciones filogenéticas entre ellos.

La biogeografía histórica contemporánea, según lo indica Crisci & Morrone (1992), tiene tres escuelas: dispersalista, cladística y panbiogeografía, las mismas que poseen distintos enfoques, conceptos, métodos y técnicas para estudiar la interrelación de

áreas endémicas y la jerarquía de taxones vicariantes que ocurren en las áreas de endemismo (Llorente-Bousquets, Papavero & Bueno, 2001).

La biogeografía dispersalista se fundamenta en el concepto de centros de origen, dónde el taxón se inició y del cual se dispersó para ampliar su distribución y para identificarse se utilizan criterios, uno de ellos es el de mayor diversidad; mientras que, la panbiogeografía se refiere al concepto de centros de masa como el lugar donde se encuentra la mayor diversidad del taxón dentro de su distribución, provocando confusión este criterio de diversidad entre ambos conceptos (Contreras, Luna & Morrone, 2001).

La distribución de la biodiversidad emplea, también, el criterio de endemismo como patrón de estudio para explicar los eventos de vicarianza que originaron las áreas de endemismo, considerando el espacio como un componente inherente a la especie o taxón (Espinosa et al., 2001). Por otra parte, la panbiogeografía propone hipótesis distintivas en referencia a los patrones de distribución como la base para el análisis biogeográfico, ya que proporcionan información del pasado que pueden ser contrastadas a partir de la correlación geográfica; así como sus escalas espaciales y temporales pueden ser graficadas (Llorente et al., 2001).

El endemismo y la diversidad son dos criterios que ponderan las cualidades de las áreas de distribución de especies que se emplean en la biología de la conservación para evaluar las prioridades de conservación a escala local. Las áreas prioritarias para la conservación se fundamentan en función de la importancia (e.g. singularidad y riqueza) o la representatividad de la biodiversidad (e.g. diversidad y rareza) (Margules & Pressey, 2000; Espinosa et al., 2001; Cuesta et al., 2015) y es esta rareza que se expresa en tres niveles: demográfica, geográfica y de hábitat (Kruckeberg & Rabinowitz, 1985).

Los patrones ecológicos de la biodiversidad están relacionados a las áreas de distribución y su escala espacial, así Koleff & Soberón (2008) consideran que la riqueza de especies y diversidad β son aspectos intrínsecos de este patrón de distribución espacial de la biodiversidad o de un taxón, que también se representa mediante la abundancia (Nogués, 2003).

De manera que, los patrones biogeográficos se analizan mediante métodos y técnicas propios de la biogeografía cuantitativa. Los pasos para realizar un análisis biogeográfico según Murguía & Rojas (2001) son: 1) definir el área de estudio, los grupos taxonómicos y la dimensión geográfica para considerar los métodos y herramientas de análisis; 2) recopilar e integrar los datos para el análisis; 3) analizar los datos biogeográficos; 4) interpretación de acuerdo con una escuela biogeográfica; 5) publicar. Las técnicas en la biogeografía cuantitativa se clasifican según su aspecto descriptivo, analítico y de modelación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Jerarquización de las técnicas de la biogeografía cuantitativa

Descripción	Análisis	Modelación
Conocimiento de la biodiversidad: ¿Cuáles especies y dónde están?	Definición y delimitación de áreas	Modelos de la biodiversidad:
Áreas de ocupación: Distribución actual y distribución potencial	Regionalización de la biodiversidad: Clasificación biogeográfica	Correlación de una especie con otros factores ambientales (temperatura o altitud) y diseño de áreas prioritarias para la conservación
Cuantificación de la biodiversidad: Diversidad α , β & γ	Descubrimiento y proposición de sitios de alta riqueza (diversidad α)	
Generalización de la biodiversidad: Conformación de OGUS (Operative Geographic Units)	Definición y reconocimiento de áreas de alta diversidad β Reconocimiento de diversidad gama en regiones, subregiones y provincias bióticas	Predicción espacial: Dinámica de áreas de distribución, estimadores de riqueza

Fuente: Murguía & Llorente, 2003

También, Murguía & Rojas (2001) mencionaron una lista de procesos y análisis básicos (Figura 2) en biogeografía cuantitativa y del listado, se eligieron algunas de estas técnicas que van acorde con el objetivo de la investigación.

Cuadro I.	Lista de procesos y análisis básicos de la biogeografía cuantitativa.
1.	Definición del área de estudio
2.	Definición de las OGUs
3.	Matriz de presencia/ ausencia
4.	Índices de diversidad
4.1.	Diversidad Alfa
4.2.	Diversidad Alfa promedio
4.3.	Diversidad Beta
4.4.	Diversidad Gama
4.5.	Estimación de riqueza
5.	Distribución geográfica de taxones
6.	Listas de taxones de OGUs
7.	Similitud biogeográfica
7.1.	Índices de similitud
7.2.	Matriz de similitud
8.	Métodos de clasificación
8.1.	Análisis de agrupamientos
8.2.	Métodos divisivos
9.	Métodos de ordenación
9.1.	Análisis de factores
10.	Definición de áreas prioritarias para la conservación

Figura 2. Análisis básico de la biogeografía cuantitativa

Fuente: Murguía & Rojas, 2001

Según Morrone (2001), la cordillera de los Andes dividió al continente Sudamericano en dos áreas, una occidental y otra oriental; y el Ecuador se encuentra en la región Neotropical, subregión caribeña y amazónica, mientras que el área de estudio está ubicada en una confluencia de las provincias biogeográficas de Occidente de Ecuador, Ecuador Árido y Tumbes – Piura (Figura 3). Los taxones florísticos y faunísticos presentan un endemismo propio de la región neotropical debido a la “presencia de linajes antiguos y exclusivos o endémicos, así como grupos procedentes de otras regiones que caracterizan la fauna actual del Neotrópico por su variedad, distribución o abundancia” (Ojastri & Dallmeier, 2000).

Regiones	Subregiones	Provincias	Número en Fig. 1
Nearctica		California	1
		Baja California	2
		Sonora	3
		Altiplano Mexicano	4
		Tamaulipas	5
Neotropica	Caribea	Sierra Madre Occidental	6
		Sierra Madre Oriental	7
		Eje Volcánico Transmexicano	8
		Depresión del Balsas	9
		Sierra Madre del Sur	10
		Costa Pacífica Mexicana	11
		Golfo de México	12
		Península de Yucatán	13
		Chiapas	14
		Oriente de América Central	15
		Occidente del Istmo de Panamá	16
		Bahamas	17
		Cuba	18
		Islas Caimán	19
		Jamaica	20
		Espeñola	21
		Puerto Rico	22
		Antillas Menores	23
		Chocó	24
		Maracaibo	25
		Costa Venezolana	26
		Trinidad y Tobago	27
		Magdalena	28
		Llanos Venezolanos	29
		Cauca	30
		Islas Galápagos	31
		Occidente de Ecuador	32
		Ecuador Andino	33
		Tumbes-Piura	34
	Amazonica	Napo	35
		Imeri	36
		Guyana	37
		Guyana Húmeda	38
		Roraima	39
		Amapá	40
		Varzea	41
		Ucayali	42
		Madeira	43
		Tapajós-Xingú	44
		Pará	45
		Pantanal	46
		Yungas	47
	Chaqueña	Caatinga	48
		Cerrado	49
		Chaco	50
		Pampa	51
	Paranaense	Monte	52
		Bosque Atlántico Brasileño	53
		Bosque Paranaense	54
		Bosque de Araucaria angustifolia	55

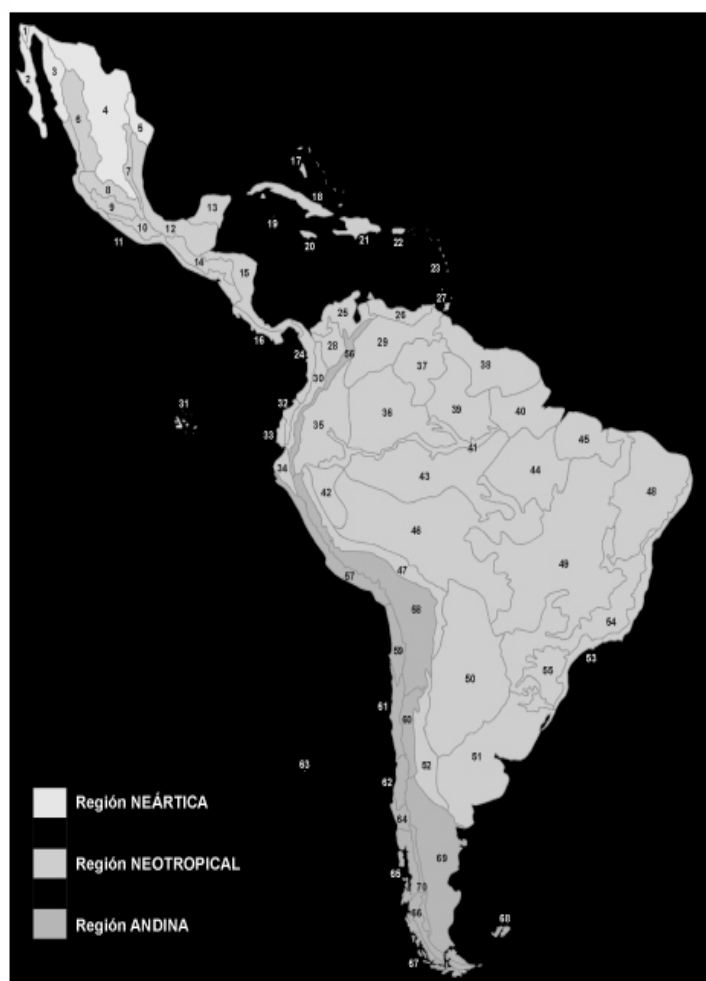


Figura 3. Clasificación biogeográfica de América Latina y el Caribe

Fuente: Murguía & Rojas, 2001

La distribución de la vegetación en el país abarca los extensos bosques tropicales de la Amazonía (incluyendo el noroeste de Ecuador) y los matorrales espinosos del Ecuador suroccidental diversificando el hábitat para la fauna presente, ya que los bosques tropicales implican a los bosques húmedos tropicales, bosques húmedos deciduos, bosques de montaña y bosques secos (Ojastri & Dallmeier, 2000). En cuanto a la fauna terrestre de la región, el mismo autor indica que los colibríes (familia Trochilidae) son grupos característicos, pero no exclusivos para la región; y Morrone (2001) se refiere a la especie *Anthracothorax nigricollis* y la familia Cecropiaceae (*C. angustifolia*, *C. obtusifolia*, entre otras) como taxones característicos de la región Neotropical y subregión caribeña, respectivamente, por lo que ambas se encuentran en el área de estudio.

La riqueza de la biodiversidad es un atributo resaltante de la fauna neotropical, la cual es mayor en los trópicos (Ojastri & Dallmeier, 2000). La abundancia es un atributo en una población, comunidad o ecosistema relevante de conocer porque nos permite gestionar mejor un área protegida o un recurso natural que sea un objeto de conservación mediante la toma de decisiones basadas en criterios científicos. Ambas son atributos de la diversidad que es medida a través de índices.

A partir de una información parcial, los índices ayudan a estimar la cantidad de especies en un área determinada y poder comparar las localidades dependiendo de la distribución espacial de las especies en un período determinado.

La diversidad se presenta en tres niveles, alfa (α), beta (β) y gamma (γ). Los métodos para medir la diversidad α , acorde a Moreno (2001), se basan en: 1) cuantificación del número de especies (i.e. riqueza de especies) y 2) estructura de la comunidad (e.g. abundancia relativa, biomasa, entre otros) y estos se fundamentan en la dominancia o equidad de una comunidad (Figura 4).

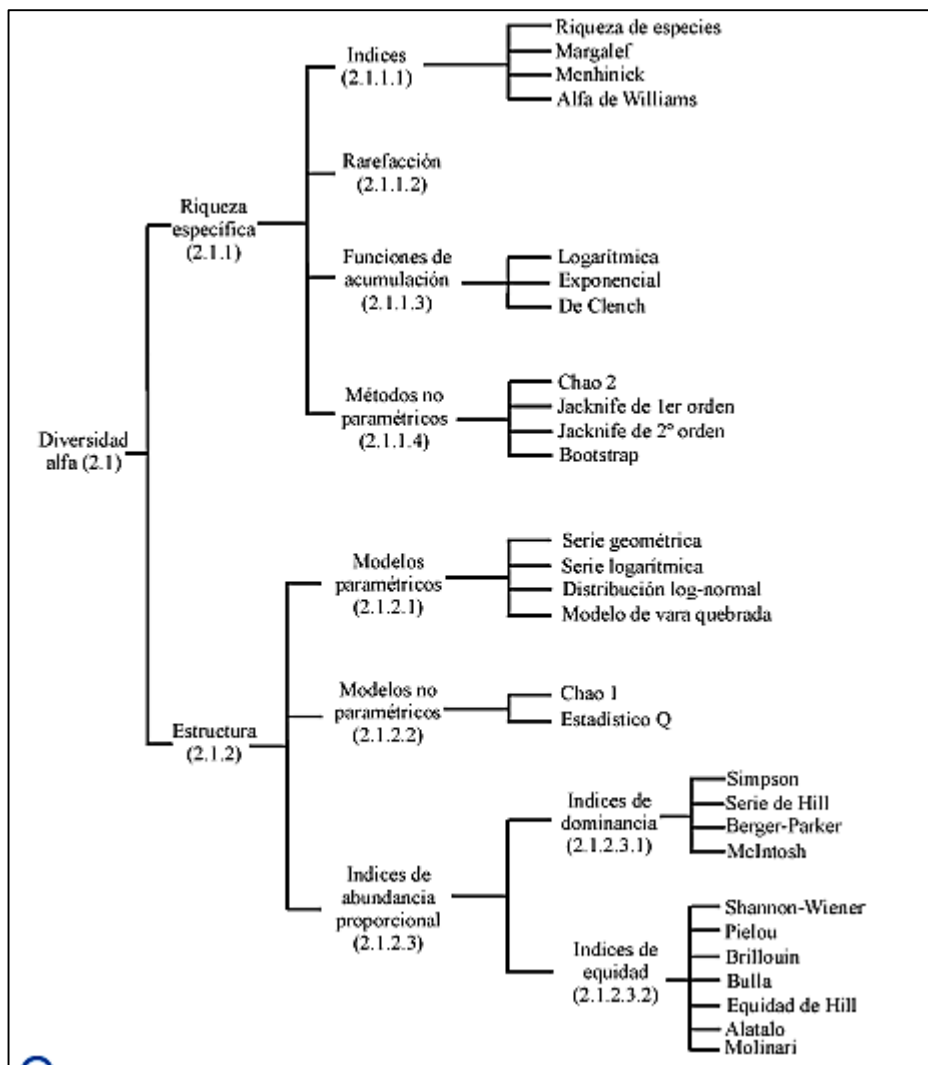


Figura 4. Clasificación de los métodos para medir la diversidad alfa

Fuente: Moreno, 2001

Por otra parte, la diversidad β es la diversidad entre hábitats y es considerada como la tasa de recambio existente en una comunidad (Whittaker, 1972; Villareal et al., 2004), la misma que puede estimarse, según Moreno (2001), con índices beta como tal, índices o coeficientes de similitud e índices de disimilitud o distancia a partir de datos cualitativos o cuantitativos (Figura 5).

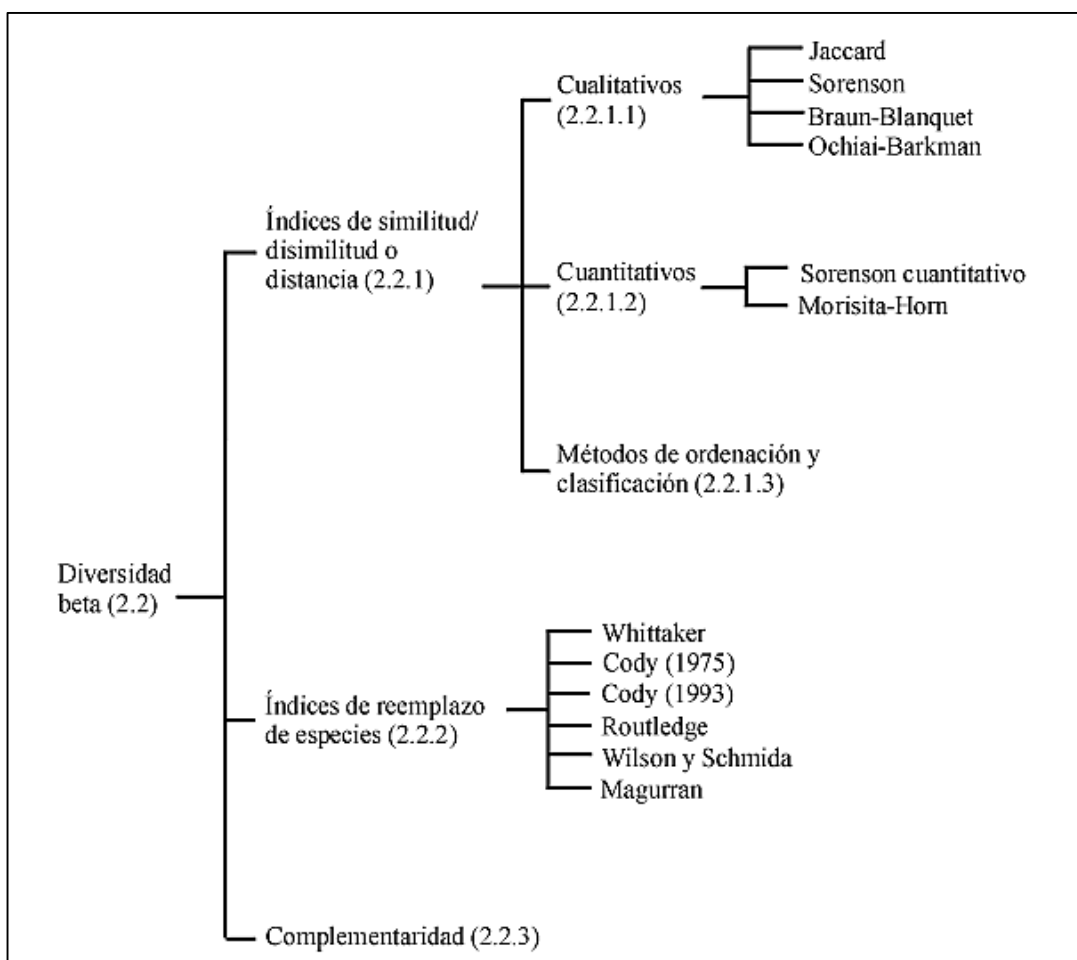


Figura 5. Clasificación de los métodos de medición de la diversidad beta

Fuente: Moreno, 2001

El Ecuador es reconocido como un país megadiverso, dentro de los 17 enlistados, debido a que en una superficie del 0.2% del territorio mundial aloja el 6% de toda la biodiversidad (Mittermeier et al., 1998; Larrea et al., 2015). De manera que, la biodiversidad se congrega en las 3 regiones fisiográficas continentales (e.g. Costa, Sierra, Amazonía) (Sauer, 1957) y 1 región Insular (e.g. Galápagos), y distribuidos en los 15 sectores biogeográficos y 91 ecosistemas terrestres (MAE, 2013). La riqueza específica ecuatoriana se representa, cuantitativamente, en 18198 (5.7%) plantas vasculares, 416 (7.6%) mamíferos, 1642 (16.3%) aves, 450 (4.8%) reptiles, 558 (8.1%) anfibios, 951 (7.9%) peces de agua dulce y 833 (5.2%) peces marinos (Larrea et al., 2015).

La biodiversidad ecuatoriana se produce debido a los siguientes factores: 1) su posición geográfica tropical; 2) presencia de la cordillera de los Andes; 3) las influencias de los sistemas atmosféricos de baja y alta presión (e.g. Zona de Convergencia Intertropical) que determina los ritmos y patrones temporales y espaciales del clima en el país, y 4) Influencia de la corriente cálida del Pacífico y la fría de Humboldt que incide en la conformación de un marcado gradiente de precipitación y humedad ambiental en la región costera (Larrea et al., 2015).

En la costa ecuatoriana se ubica el Área de Endemismo de Aves [Endemic Bird Area, EBA, por sus siglas en inglés] denominada región Tumbesina [RT] y es considerada la más importante y amenazada de todas las EBAs porque menos del 5% del área permanece forestada (BirdLife International, 2019). En términos de biodiversidad, la costa se encuentra ubicada en el punto caliente denominado Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM), en el cual convergen dos regiones biogeográficas: Chocó y Tumbes. La región del Chocó alberga a bosques húmedos y muy húmedos del Pacífico entre Colombia y Ecuador (Echeverry & Harper, 2009), mientras que la región de Tumbes se caracteriza por los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) compartidos entre Ecuador y Perú, los cuales son reconocidos por su alta diversidad y endemismos (Linares-Palomino et al., 2010). En términos florísticos, en los BTES se ubica la región fitogeográfica Pacífico Ecuatorial, dominado por el bosque seco ecuatoriano y considerado los ecosistemas tropicales más amenazados (Espinoza et al., 2012).

Los colibríes son una fortaleza que tiene el Ecuador ya que posee aproximadamente 130 especies, de las 343 registradas a nivel mundial y al ser especies carismáticas, podrán ligarse con la protección de la vegetación de la costa ecuatoriana ya que las aves son especies indicadoras que nos proveen de un sistema de precaución hacia la degradación ambiental de un ecosistema. Además, los colibríes proporcionan un servicio de polinización eficiente para numerosas especies de plantas angiospermas (León-Camargo & Rangel-Ch, 2015), lo cual brinda, en rubros económicos, un ahorro significativo en mano de obra que no se emplea para cultivar los campos.

2.4. Marco Conceptual

Abundancia relativa: Es el porcentaje que cada número de individuos por especies contados en una muestra contribuye al total de los individuos de todas las especies (Smith & Smith, 2007, p. 351).

Análisis biogeográfico: Es el proceso de describir, visualizar, comprender, interpretar, entender, explicar y predecir la distribución de los organismos vivos sobre la superficie de la Tierra; es decir, es la investigación de patrones biogeográficos (Murguía & Rojas, 2001).

Análisis espacial: Es un conjunto de técnicas para analizar eventos geográficos en el que los resultados dependen del arreglo espacial de los eventos (Haining, 1994).

Área de distribución geográfica: Inferencia acerca de cuál es el área con mayor probabilidad de que una especie esté presente y se construye a partir de las localidades, donde se ha registrado (Espinosa, Aguilar & Escalante, 2001).

Asimetría: Indica la persistencia de las especies interactuante y es asociada a la resistencia de la red ante la extinción de un integrante (Martínez-García & Ortiz-Pulido, 2014).

Composición específica: Se la entiende como “la identidad de las especies registradas en un muestreo y la información asociada a estas” (Villareal et al., 2004, p. 111).

Conteo por trayecto: Consiste en “recorrer una distancia determinada o por un período determinado” registrando todo lo visto y escuchado (Gallina & López, 2011, p. 103).

Dependencia o conectancia: Es la intensidad o fuerza de interacción, ya sea de un colibrí a una planta o viceversa, que va en un rango de 0 a 1 indicando los valores superiores a cero el nivel de dependencia (Martínez-García & Ortiz-Pulido, 2014).

Distribución geográfica: Es el conjunto de localidades donde una especie ha sido registrada, ya sea mediante recolecta de especímenes o la observación (Espinosa, Aguilar & Escalante, 2001)

Diversidad alfa (α), beta (β) y gamma (γ): La diversidad α es el número de especies (i.e. riqueza específica) presentes en una comunidad considerada homogénea, la diversidad β es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades a través de gradientes ambientales y la diversidad γ es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje (Whittaker, 1972).

Diversidad biológica: También conocida como biodiversidad. Variedad de formas de vida, así como sus interacciones entre sí y con el ambiente físico (Monroy-Vilchis, 2003).

Enfoque integrado multimodal: Se conoce a la complementariedad metodológica, donde se combinan los métodos cualitativos y cuantitativo con el objetivo de obtener mejores resultados debido a que no se excluye o sustituyen entre ellos y, por el contrario, enriquecen la investigación (Blanco & Pirela, 2016)

Escala espacial: Dimensión física de un objeto o proceso en el espacio (Maestre, Escudero & Bonet, 2008).

Especie endémica: Aquella circunscrita a un solo lugar, no importa si es reducido o amplio y la especie puede ser endémica de una isla, o una montaña, como de un continente (Rapoport & Monjeau, 2001).

Grado de especialización: Se refiere al nivel de especificidad que existe en una red medido a través de un índice (Blüthgen et al., 2006).

Punto de conteo: “Lugar fijo desde el que efectúa un conteo puntual” (Ralph et al., 1996, p.2).

Sistema de Información Geográfico (SIG): Es un conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar, trnasformar y desplegar datos del mundo real (Burrough & McDonnell, 1986).

Riqueza específica: Es un atributo de la comunidad y se la considera como el número de especies presentes (Smith & Smith, 2007).

Vicarianza: Fenómeno por el cual el surgimiento de una barrera divide a una población o una biota en dos o más fragmentos, permitiendo que con el paso del tiempo cada uno evolucione aisladamente (Contreras, Luna & Morrone, 2001).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Área de Estudio

3.1.1. Cordillera Chongón Colonche

La Cordillera Chongón Colonche [CCHC] abarca un área de 95 km (Bonifaz & Cornejo, 2004) y geopolíticamente se encuentra en tres provincias: Guayas, Santa Elena y Manabí (Figura 6).

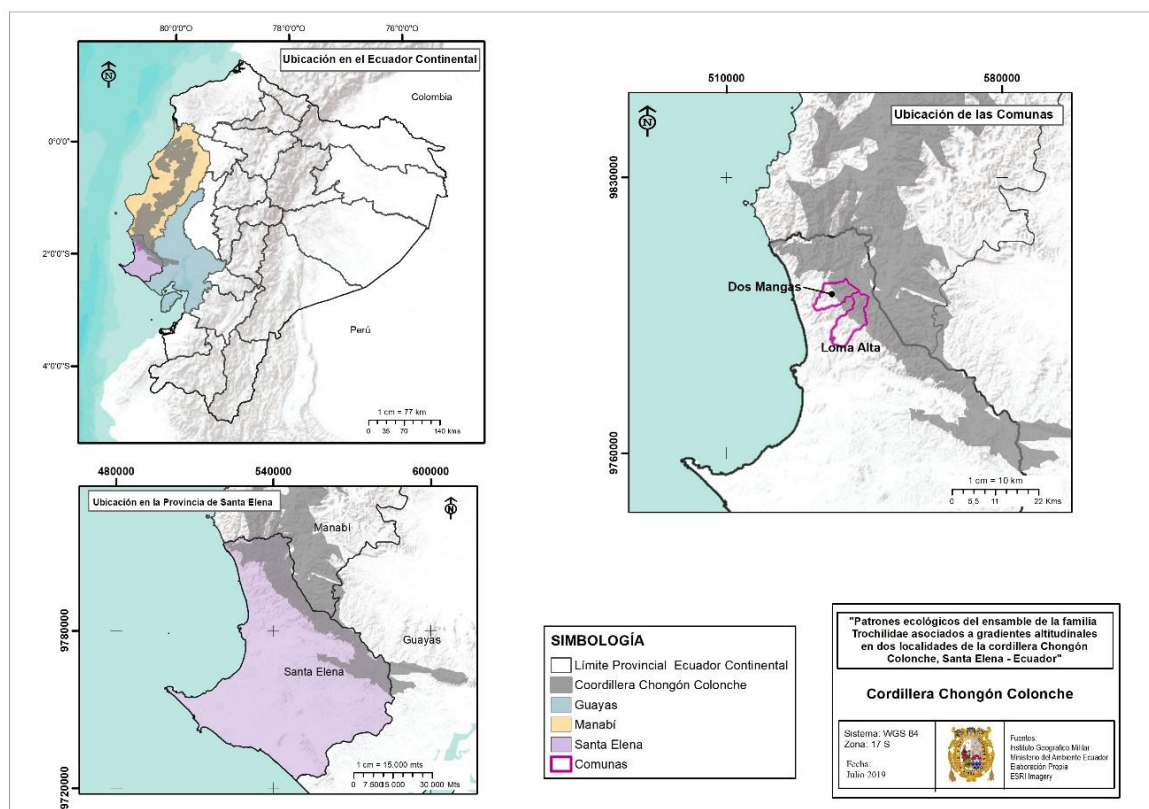


Figura 6. Ubicación de la cordillera Chongón Colonche

Fuente: Elaboración propia

La CCHC la conforman un cinturón de cerros que alcanzan los 850 msnm, de origen volcánico, constituida aproximadamente hace 140 millones de años atrás y establecida sobre una formación Piñon así como material compactado y litificado de las formaciones Calentura, Cayo sensustricto, Guayaquil, San Eduardo y Caliza Jativa (Sánchez, 2010; Cun, 2012). La región se caracteriza por un material detrítico producto de la acumulación de material calcáreo asociado a los restos fósiles de microorganismos y almacenado en formaciones arcillosas en el mar, donde luego se

elevó la CCHC y se dividió en dos ambientes, la cuenca del río Guayas y la cuenca del río Progreso en la Península de Santa Elena (Cun, 2012).

Con respecto a la orografía, se presenta elevaciones sedimentarias con pendientes superiores al 25%, lo cual genera una mayor susceptibilidad a procesos erosivos (Fundación Natura & KfW, 1996). Los procesos de erosión y acumulación de sedimentos se los aprecia en la cuenca de drenaje del río Valdivia, así como la influencia del tectonismo correspondiente al cuaternario (Rojas Fajardo, 2010).

La estacionalidad corresponde a dos períodos, la estación lluviosa entre diciembre-abril y la estación seca, de junio-octubre (GADM Santa Elena, 2014); por otra parte, el clima en la CCHC es influenciado por las corrientes marinas. La corriente fría de Humboldt provoca un efecto de neblina y llovizna, conocida localmente como garúa, la misma que está presente durante junio a septiembre (Bonifaz & Cornejo, 2004); entre tanto, la corriente cálida de El Niño produce condiciones de sequía y altas temperaturas (Cun, 2012).

La precipitación horizontal o garúa se produce al condensar el agua marina evaporada y transportada, por acción del viento, hacia el continente, donde la CCHC forma una barrera natural para las nubes que se precipitan generando una lluvia ligera (Becker, 1999; Bonifaz & Cornejo, 2004; MAE, 2013). La humedad y temperatura varían según la estacionalidad y dependen del relieve y altitud en la CCHC. En las partes altas de la cordillera, la temperatura promedio es de 21°C, con una máxima de 36°C, durante el día y la precipitación alrededor de 800-1200 mm en la estación lluviosa, mientras que la temperatura desciende hasta los 18°C en las noches y la precipitación llega hasta 1080 mm en la estación de garúa (Bonifaz & Cornejo, 2004; MAE, 2017). Por el contrario, en las laderas y zonas pobladas de la cordillera, la temperatura media oscila entre 24 a 26°C y la precipitación promedio interanual es de 66 mm/año con una variabilidad que alcanza los 200 mm/mes en época lluviosa o cercanas a cero en la época seca (GADM Santa Elena, 2014). La temperatura y precipitación cambia durante El Niño – Oscilación Sur (ENOS) que alcanza valores promedio superiores a 35°C y una precipitación de 2800 mm/año (MAE, 2017).

En términos florísticos, la CCHC se ubica dentro de la provincia biogeográfica del Pacífico Ecuatorial, la cual es denominada por el MAE (2013) como cordillera costera del Pacífico Ecuatorial y en ella se identificaron cuatro ecosistemas: Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01), Bosque semideciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01), Bosque siempre verde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) y el Bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBC01) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Ecosistemas presentes en la cordillera Chongón Colonche

Código	Clasificación	Bioclima	Piso Bioclimático
BeBc01	Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	Húmedo	Montano bajo (400 – 860 msnm)
BePC02	Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	Húmedo	Piemontano (200 – 400 msnm)
BmPC01	Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	Sub-húmedo	Piedemonte (> 200 msnm)
BsPc01	Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial	Seco	Piemontano y montano bajo (> 200 msnm)

Fuente: MAE, 2013

El Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01) está localizado en un piso bioclimático > 200 msnm y su estrato arbóreo es de aproximadamente 15 – 20 m de tipo xerofítico debido a la corriente de Humboldt que produce neblina en la parte alta y sequía en las partes bajas (MAE, 2013), de aquí en adelante se llamará bosque seco.

El Bosque semideciduo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPc01) es un bosque de estrato arbóreo entre 12 y 25 m, ubicado en las crestas y laderas de esta cordillera capturando la humedad condensada de las nubes provenientes del océano

(Josse et al., 2003). Presenta un piso bioclimático de piedemonte > 200 msnm, semideciduo, ya que en la época seca la humedad adicional que recibe es gracias a la condensación de las nubes y la baja insolación durante la estación seca presentando entre el 25 a 75% de las especies con hojas caducas (MAE, 2013). A este tipo de bosque, de ahora en adelante se lo denominará bosque semideciduo.

El Bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) está localizado en un piso bioclimático 200 – 400 msnm y su estrato arbóreo es de aproximadamente 20 m, el mismo que puede presentar árboles dispersos emergentes de hasta 30 m y la precipitación es intermedia presentando la estación de garúa en la época seca (MAE, 2013). Debido a que se encuentra ubicado geográficamente como un ecotono entre el bosque deciduo y el bosque montano bajo, y por ello se lo conoce como bosque de transición.

El Bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBC01) está localizado en un piso bioclimático 400 – 860 msnm y su estrato arbóreo es multiestratificado con alturas de 20 - 25 m. En las cimas y crestas de la cordillera se presentan dos tipos de precipitaciones, en la época húmeda las lluvias y en la época seca, una precipitación horizontal procedente de la neblina conocida como garúa, provocando un bioclima pluviestacional local; a pesar de que en la región sea un clima seco (MAE, 2013). Además de presentar una vegetación siempreverde estacional y decidua, común en el área, también alberga especies andinas que se asume llegaron por la alta humedad y la dispersión de semillas por aves migratorias (Bonifaz & Cornejo, 2004). A este tipo de bosque, de ahora en adelante se lo llamara bosque de garúa.

La fenología de estos bosques ocurre en dos épocas, en mayo-junio y octubre-noviembre (Astudillo et al., 2015), y está asociada al efecto de los vientos marinos (Bonifaz & Cornejo, 2004). Asimismo, Bonifaz & Cornejo (2004) indican que de junio a agosto el 80% de las especies arbóreas fructifica y de diciembre a marzo (la estación lluviosa) ocurre la floración del 60% de las especies arbóreas.

La biodiversidad de la CCHC se ha registrado mediante sus taxones encontrando 283 especies botánicas (Astudillo et al., 2019) para Loma Alta; 486 especies de aves,

incluyendo marinas y playeras, de éstas 35 son endémicas tumbesinas y 7 endémicas del Chocó (Ágreda, 2012); mientras que, la herpetofauna está compuesta por 20 especies de anfibios y 23 de reptiles, de estas 6 y 5 especies respectivamente son endémicas tumbesinas (Salvatierra et al., 2010).

Dentro de la CCHC, en la provincia de Santa Elena como localidades de estudio se eligieron dos comunas que poseen áreas protegidas, Loma Alta y Dos Mangas.

3.1.2. Comuna Loma Alta

La comuna Loma Alta fundada el 10 de enero de 1937 como una organización de carácter social y pertenece a la Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. Limita al norte con la comuna de Dos Mangas, al sur con la comuna de Bambil Collao, al este con la comuna Febres Cordero, y al oeste con las comunas de Sinchal-Barcelona. La superficie total de la comuna es de 6842 ha y la división política está dada por sus cuatro poblados que la constituyen El Suspiro (1904), Loma Alta (1908), La Ponga (1910) y la Unión (1920), siendo su centro político el poblado de Loma Alta (Astudillo, 2010).

En 1987, la Comuna declara una superficie de 1858,25 ha como Bosque y Vegetación Protectora reconocido legalmente como Bosque Protector Loma Alta (Becker, 1995; Astudillo, 2010) y su objetivo es de conservar el bosque de garúa para proteger la cuenca hídrica y tener agua todo el año. En el 2008, mediante Acuerdo Ministerial N° 145 del 21 de octubre de ese mismo año, se rectificó la extensión del Bosque Protector a 3218,19 ha debido a que desde el 2003 se había ampliado la superficie del área protegida, pero sin registro oficial (Astudillo et al., 2015). Por motivo a la ampliación de la superficie del Bosque Protector y considerando que la conservación no sólo se limita a la protección del patrimonio forestal y los recursos hídricos, sino que se expandió hacia la biodiversidad del área, la comunidad la denomina al área protegida como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta (RECLA) (Figura 7).

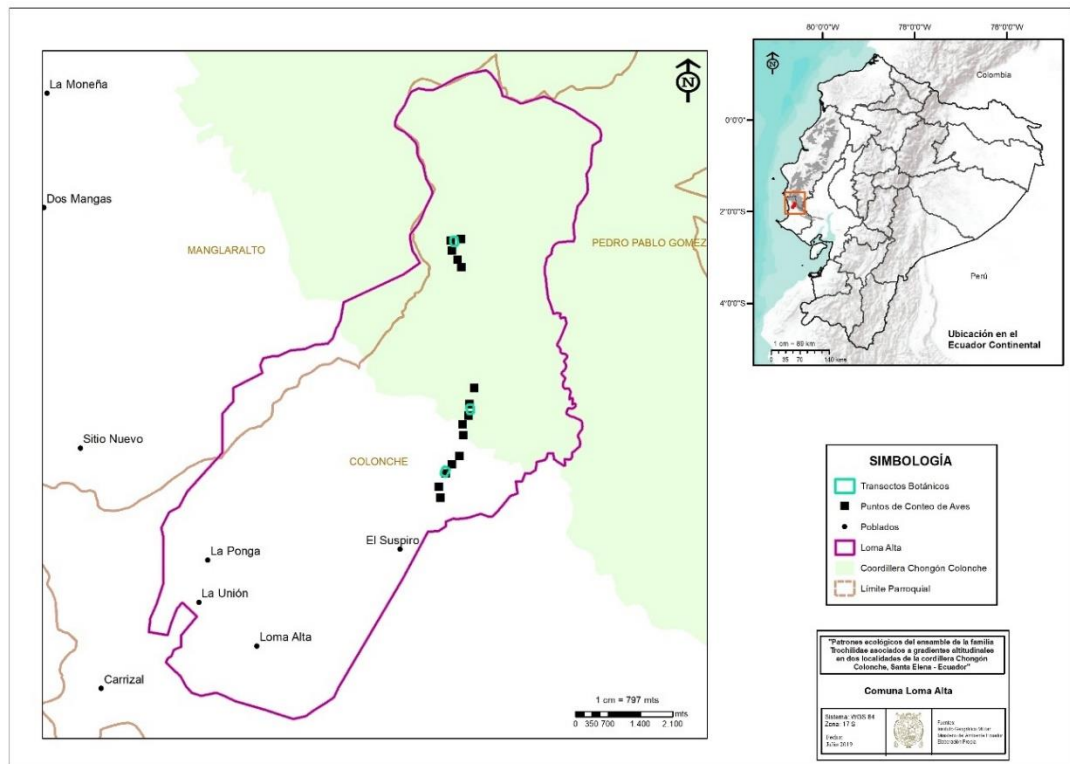


Figura 7. Ubicación de la Comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

La geomorfología, compartida con las Comunas de Valdivia, Sinchal, Barcelona, se clasifica en cuatro grandes conjuntos: Cordillera costera, presencia de colina altas de cimas agudas; Cobertura sedimentaria terciaria comprendida por relieves, tales como: mesas, cuevas y chevrones; Formas aluviales como valles y terrazas; y, Coluviones “pie de monte” los cuales cuentan con relieves suaves y planos (Astudillo, 2010). La RECLA tiene una elevación 200-830 msnm, una temperatura promedio de 18°C a 25°C y una precipitación anual de 1000 a 1200 mm (Santos, 2013). Sus bosques húmedos retienen agua subterránea en un 10% y en 1995 el aporte de la garúa fue de aproximadamente 108 mm en el año 1995 (Becker et al., 2005).

Asimismo, Tamariz (2016) encontró que en un periodo de diez años (e.g. 2005 – 2015), la precipitación promedio fue 31,35 mm, acorde a los datos históricos proporcionados por el INAMHI. En este estudio se identificó al mes de febrero como el más lluvioso (e.g. 101,67 mm) y, por el contrario, mayo el mes con menor precipitación (e.g. 6,86 mm) (Figura 8).

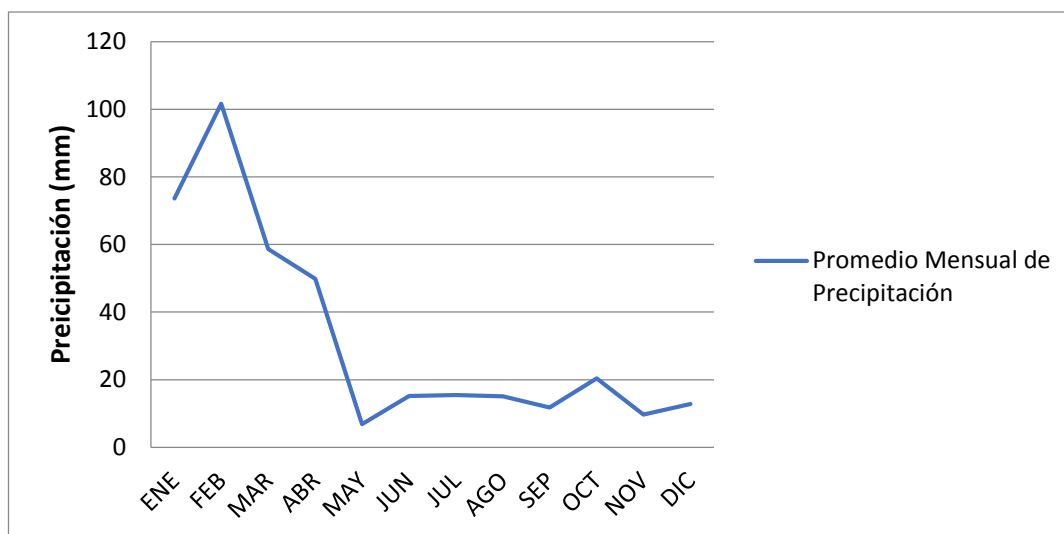


Figura 8. Niveles de precipitación media mensual período 2005 al 2015

Fuente: Tamariz, 2016

Con respecto a la avifauna, la RECLA fue declarada AICA EC018 por poseer 15 especies en peligro de extinción a nivel global (A1), 34 de las 48 especies restringidas a la ecoregión tumbesina (A2) y 32 especies propias de la región zoogeográfica de la costa del Pacífico Ecuatorial (A3) (Freile & Santander, 2005; Astudillo, 2010). Adicionalmente, en la RECLA se ha documentado dos especies clave de colibrí, Estrellita Esmeraldeño (*Chaetocercus berlepschi*) y Estrellita Chica (*Chaetocercus bombus*), que se encuentran en la categoría de En Peligro (EN) y Vulnerable (VU) respectivamente.

3.1.3. Comuna Dos Mangas

La comuna Dos Mangas fundada el 07 de enero de 1938 y pertenece a la Parroquia Manglaralto, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena (Saenz-Ozaetta, sf). La comuna Dos Mangas se localiza en la Ruta del Spondylus, a 7 km del noreste de la parroquia Manglaralto, y limita al norte y este con la CCHC, al sur con Manglaralto y oeste con Pajiza y Montañita (Clemente, 2014). La superficie total de la comuna es de 4960,67 ha, de las cuales 2800 (57%) son destinadas a la conservación (Rodríguez, 2015) (Figura 9).

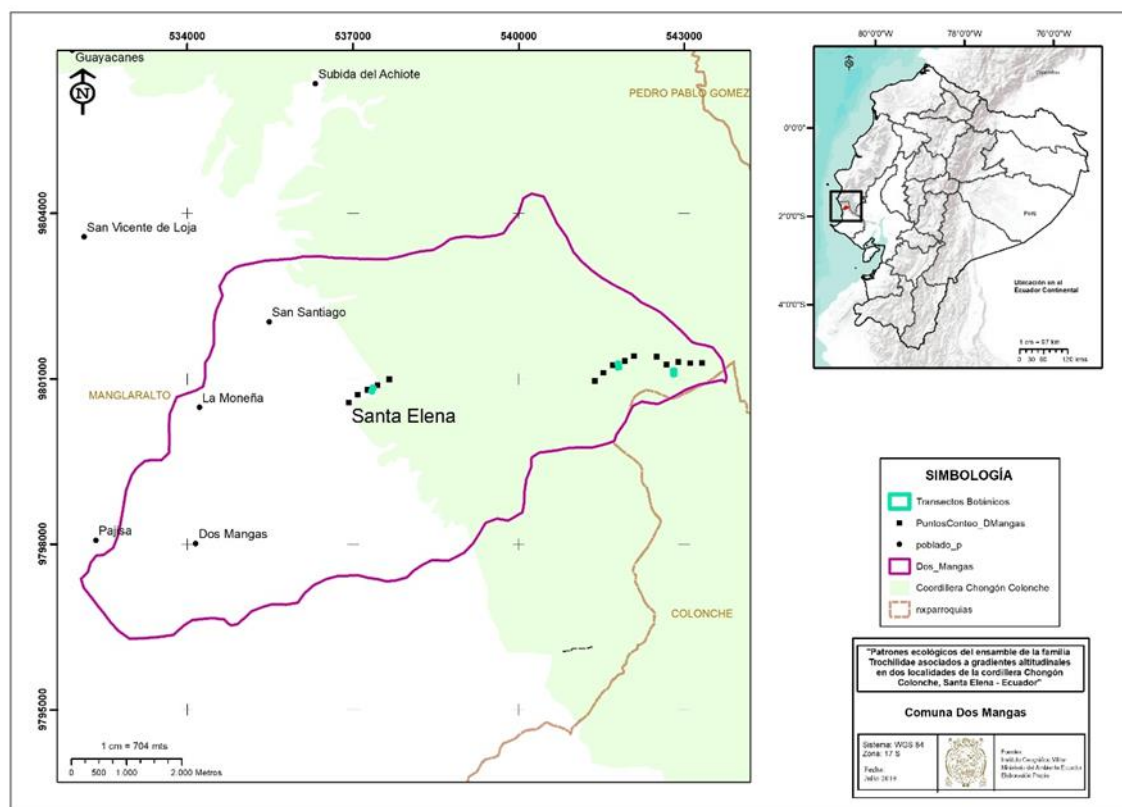


Figura 9. Ubicación de la Comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

La comuna Dos Mangas presenta temperaturas promedio de 23-24°C y una precipitación promedio de 500 mm/año (MAE, 2017). El área destinada a la conservación forma parte del Bosque Protector Chongón Colonche (BPCHC), el mismo que fue creado en 1994 con una superficie actual de 83731 ha (ACBIO, 2012), de esta 44.000 ha fue reconocido como Área de Importancia para la Conservación de las Aves EC025 (BirdLife, 2017). El área presenta problemas de conservación debido a que 16 160 ha fueron convertidas para uso agropecuario, en el cual se encuentran plantaciones de café, cacao y ganado vacuno; asimismo, carece de un plan de manejo e investigación (Freile & Santander, 2005).

Debido a su diversidad avifaunística, el BPCHC fue declarado como AICA EC025 por poseer 2 especies en peligro de extinción a nivel global (A1), 24 especies restringidas a la ecoregión tumbesina (A2) y 24 especies propias de la región

zoogeográfica de la costa del Pacífico Ecuatorial (A3) (Freile & Santander, 2005). No obstante, no posee información acerca de las poblaciones de colibríes registrados.

La temperatura de la zona oscila entre 24-26°C con precipitaciones entre 125-250 mm; asimismo, tiene una altitud de 436 msnm y presenta diversa y abundante vegetación con zonas intervenidas de cultivos en su parte baja (Calero, 2012). En referencia a las formaciones vegetales o ecosistemas registrados en el BPOCHC, existe información disponible y esto varía según el autor. Sierra (1999), menciona que el área posee ocho formaciones vegetales, el MAE (2013) señala que existen cuatro ecosistemas sólo para la cordillera y Jadán et al. (2014) han identificado seis tipos de bosque.

3.2. Método

3.2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptivo – correlacional y explicativa ya que pretende describir los aspectos más característicos de las relaciones ornitógamas entre la familia Trochilidae y su hábitat. El diseño de la investigación es de tipo no experimental ya que no se sometió a ninguna manipulación artificial a los colibríes y es de tipo longitudinal debido a que se tomaron los datos a lo largo de 12 meses de estudio.

3.2.2. Unidad de Análisis

Para la presente investigación, la unidad de análisis son las dos localidades, Loma Alta y Dos Mangas, ubicadas en la CCHC.

3.2.3. Población de Estudio

Todos los individuos de la familia Trochilidae presentes en las dos localidades de la CCHC a tres diferentes altitudes (e.g. 100, 300, 500 msnm)

3.2.4. Tamaño de Muestra

En cada localidad se ubicó un sendero de 1000 m para cada gradiente altitudinal (e.g. 100, 300 y 500 msnm) y dentro de este, se establecieron cinco puntos de conteo cada 250 m registrándose en ellos todos los individuos de la familia Trochilidae.

3.2.5. Selección de Muestra

La selección de la muestra fue basada en el objetivo de identificar patrones ecológicos, uno de estos son los patrones de diversidad espacial y por ello, se seleccionó un transecto lineal de 1000 m a lo largo de un sendero a 100, 300 y 500 msnm.

3.2.6. Técnica de Recolección de Datos

Para la recolección de datos del presente trabajo se empleó el enfoque integrado multimodal o investigación mixta (e.g. cualitativo y cuantitativo). El método cualitativo mediante variables de presencia y ausencia se utilizó para precisar la composición del hábitat, identificar las especies de colibríes (i.e. familia Trochilidae) y conocer las interacciones. Por otra parte, el método cuantitativo se aplicó para determinar la abundancia, diversidad y estructura de las especies vegetales, así como los de la familia Trochilidae con el objetivo de identificar patrones de distribución espacial.

Según el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal del Proyecto BOLFOR, el diseño de muestreo para el componente botánico es un muestreo aleatorio estratificado, el cual consiste en separar la población en subgrupos que sean más homogéneos y luego se aplica un muestreo aleatorio simple; aunque, para emplear este diseño se debe tener un conocimiento previo del área de estudio. Además, se indica que el tipo de muestreo mayormente utilizado es el de transectos por ser más eficiente y consiste en un rectángulo de tamaño variable que está condicionado por el grupo vegetal a estudiar (Mostacero & Fredericksen, 2000).

Acorde con el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad y el Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna, la metodología

empleada para el inventario de especies avifaunísticas, enfocadas en la familia Trochilidae, es una estandarizada para el monitoreo de aves terrestres con el objetivo de poder comparar datos entre diferentes localidades (Villareal et al., 2004; Gallina & López, 2011). El método directo (e.g. visualización del individuo o vocalización) así como el indirecto (e.g. nidos) fueron considerados para esta investigación ya que al juntarlos “se incrementará la probabilidad de detectar especies, lo que permite registrar un mayor número” (Bojorges et al., 2006, p. 112); por lo tanto, se combinaron las técnicas de censo o monitoreo de punto de conteo y el de transectos de recorrido aleatorio.

3.2.6.1. Fase campo

La recolección de datos en la fase de campo fue replicada en las dos localidades, Loma Alta (LA) y Dos Mangas (DM), de la CCHC. Con el objetivo de establecer patrones ecológicos, la recolección de datos en el campo fue mensual y enfocada en tres gradientes altitudinales (e.g. 100, 300 y 500 msnm) permaneciendo en cada área durante tres días (e.g. viernes, sábado y domingo), un día destinado a cada gradiente altitudinal, por el lapso de doce meses de monitoreo en el año 2015.

Durante el mes de enero de 2015, se estableció un transecto lineal de 1000 m de distancia y dentro de éste, se interpuso un área para efectuar los transectos botánicos y los puntos de conteo avifaunísticos. En el área de LA, los transectos botánicos se ubicaron a 164, 300 y 466 msnm; mientras que para DM fueron a 105, 308 y 589 msnm respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Coordenadas de los transectos botánicos en las dos localidades de la CCHC

Localidad	Coordenadas	Elevación (msnm)
Loma Alta	01° 52'S, 80° 38'O	Comuna
	0542807 - 9792271	164
	0543375 - 9793627	300
	0543021 – 9797342	466
Dos Mangas	02° 07' S, 80° 18' O	Comuna
	0536926 - 9800565	105
	0536926 - 9800565	308
	05443328 - 9801281	589

Fuente: Elaboración propia

La caracterización del hábitat de la familia Trochilidae, se realizó mediante un inventario de especies vegetales siguiendo el método de Gentry et al. (1995), el cual se basa en definir la unidad básica del muestreo en un censo de plantas leñosas (fanerófitas) de 2.5 cm DAP (diámetro en altura del pecho) o superior en una parcela de 0.1 hectárea, dividida en 10 subunidades de transectos de 50 m x 2 m. Los atributos de la vegetación que se apuntó fueron la especie, la abundancia de individuos, altura de la planta, DAP, frecuencia y dominancia, estos parámetros acordes con Cámara & Díaz (2013, p. 69) “permiten la obtención del índice del Valor de Importancia (IVI) y de los índices de biodiversidad”. La identificación de las plantas se realizó in situ siguiendo el Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez, 1999) y otros trabajos realizado en el área (Bonifaz & Cornejo, 2004; Valverde & Pérez, 2012). Adicionalmente se efectuó un registro cualitativo de las demás especies observadas en las áreas adyacentes a las parcelas de muestreo, se tomaron fotografías y se colectaron muestras fértiles de las especies consideradas representativas para estos sitios o de las cuales se tenían duda.

Se determinó la composición y diversidad de la familia Trochilidae mediante la combinación de dos técnicas del monitoreo, el punto de conteo ilimitado y conteo en transecto de franja, considerándose las dos técnicas más usadas por ser más eficientes ya que incluyen el uso de vocalizaciones (Gallina & López, 2011). El punto de conteo es el método más empleado por ser el más efectivo al aplicarse a una diversidad de terrenos y hábitats posibilitando el estudio de las composiciones específicas por hábitat

y los patrones de abundancia por especie (Ralph et al., 1995). El método de conteo en transecto de franja consiste en establecer una “unidad de muestreo rectangular muy larga y estrecha” con un ancho determinado previamente a cada lado del transecto (Gallina & López, 2011, p. 44), que para efectos de este estudio fue de 2.5 m a cada lado.

Acorde al Manual de Técnicas para el Estudio de la Fauna, los puntos de conteo se seleccionaron de manera aleatoria y se ubicaron cada 250 m para asegurarnos la independencia de los datos (Gallina & López, 2011). Un total de cinco puntos de conteo fueron colocados dentro de un transecto lineal de 1000 m para cada gradiente altitudinal (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Coordenadas de los puntos de conteo para Loma Alta

Nombre Punto	Elevación (msnm)	Coordenadas	
		X	Y
K1-100	168,9	542707,186	9791754,829
K2-100	204,9	542669,425	9791995,912
K3-100	158,0	542822,968	9792282,271
K4-100	151,9	542957,698	9792485,181
K5-100	145,1	543116,000	9792658,242
K1-300	214,3	543199,737	9793111,854
K2-300	240,8	543184,216	9793336,020
K3-300	251,1	543315,497	9793529,757
K4-300	274,9	543333,902	9793775,469
K5-300	280,9	543435,967	9794120,644
K1-500	364,0	543155,598	9796730,408
K2-500	421,8	543075,330	9796885,172
K3-500	456,4	542956,924	9797087,585
K4-500	467,3	542926,828	9797295,174
K5-500	463,1	543150,055	9797326,738

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6. Coordenadas de los puntos de conteo para Dos Mangas

Nombre Punto	Elevación (msnm)	Coordenadas	
		X	Y
K1-100	120,0	536926,969	9800565,170
K2-100	123,9	537092,160	9800703,417
K3-100	140,5	537266,239	9800796,343
K4-100	158,0	537449,994	9800879,651
K5-100	161,5	537664,227	9800984,286
K1-300	302,8	541386,395	9800955,817
K2-300	316,5	541538,245	9801107,328
K3-300	327,4	541711,669	9801241,811
K4-300	345,4	541925,900	9801316,709
K5-300	381,8	542090,530	9801410,960
K1-500	405,2	542504,611	9801398,715
K2-500	455,4	542682,648	9801250,894
K3-500	494,1	542894,760	9801298,932
K4-500	537,1	543112,642	9801276,005
K5-500	588,8	543328,861	9801281,154

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad, la recopilación de datos para la avifauna se realizó en horas de mayor actividad recorriendo un sendero preestablecido para cada tipo de bosque y se registró todo en una hoja de datos diseñada según las preguntas formuladas y los intereses personales (Villareal et al., 2004). Debido a la logística, accesibilidad y condiciones climáticas, se planteó dos ajustes al método: 1) permanencia en el sitio; 2) la observación simultánea; de manera que, los censos se efectuaron en las mañanas durante bloques de tres horas seguidas, ya sea de 6-9 ó 9-12, observando simultáneamente en cada punto de conteo.

Los datos se registraron en la hoja de campo diseñado para el estudio, donde se anotó atributos generales como fecha, localidad, coordenadas, altitud, hora de actividad y especie que interactuó. Para el componente botánico, se realizó una hoja de datos enfocada en las características del recurso alimenticio (Anexo 1a) y para el componente avifaunístico, la hoja de datos se orientó hacia los datos cualitativos y comportamientos de los colibríes (Anexo 1b).

3.2.6.2. Fase de Laboratorio

La identificación y elaboración de la lista de especies botánicas se basó en el Sistema de Clasificación del Angiosperm Phylogeny Group (APG) III (Bremer et al., 2009), la web Trópicos (2019), trabajos efectuados en el área o sitios próximos (Valverde, Rodríguez & García, 1979; Valverde, 1991; Bonifaz & Cornejo, 2004; Valverde & Pérez, 2012, Astudillo et al., 2015) y otras publicaciones de la región costera (Dodson & Gentry, 1978; Dodson, Gentry & Valverde, 1985; Dodson & Gentry, 1991). Para la identificación de las especies endémicas y su estado de conservación se consultó el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador II Edición (León-Yáñez et al., 2011) y los listados de la UICN (2019) así como web Trópicos (2019).

Se tomaron fotografías y se colectaron muestras fértiles de las especies consideradas representativas para estos sitios o de las cuales se tenían duda, las cuales fueron llevadas e identificadas en el Laboratorio de Ciencias Ambientales de la Universidad Especialidades Espíritu Santo y, posteriormente, depositadas en el Herbario Nacional de Loja.

En el caso de la avifauna, el listado y la identificación de especies no comunes o dudosas por medio de vocalizaciones o fotografía se lo realizó utilizando el libro de Aves del Ecuador de Ridgely & Grenfield (2006), el Libro de Campo del Ecuador incluyendo las Islas Galápagos de McMullan & Navarrete (2013) y la web xeno-canto (2017). Para la revisión del endemismo, estado de conservación y migración se utilizaron el Listado Rojo de la UICN (2019) y BirLife (2019).

3.3. Análisis e interpretación de la información

3.3.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae

3.3.1.1. Composición vegetal

Se identificó la especie organizándola taxonómicamente según su familia y se determinó la forma de vida, endemismo y categoría de conservación.

Con respecto al endemismo se clasificó como propio o compartido y dentro de estos se subclasificó. El endemismo propio se definió en dos niveles: la región occidental (Oeste Ec) que se circunscribe a la región natural costa y se extiende hasta las estribaciones del oeste de los Andes; mientras que, el endemismo nacional (Ec) se refiere a las especies propias como país. El endemismo compartido se estableció para las ecoregiones conocidas como Tumbes (T) compartido con Perú, Chocó (CH) compartido con Colombia y el corredor Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM) que se inicia desde Panamá, Oeste de Colombia y Ecuador, hasta el noroeste de Perú.

En referencia a las categorías de conservación, la UICN estableció siete categorías organizadas dentro de tres grupos que indican el riesgo de extinción. En el grupo de extinción se encuentra la categoría de Extinto (EX) y Extinto en estado silvestre (EW); en el grupo de amenazado están En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), y Vulnerable (VU); y para el grupo de preocupación menor se ubica Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

También se agregó al estado de conservación, el grado de protección CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) que regula el comercio internacional de especímenes de animales y plantas para que no amenace su supervivencia.

3.3.1.2. Estructura vegetal

Los datos tomados para cada especie vegetal fueron la abundancia, frecuencia y dominancia, tanto absoluta como relativa, y con ellos se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el mismo que resalta la importancia ecológica relativa de las especies y comunidades vegetales; es decir resalta el carácter y la estructura de un ecosistema (Cottam & Curtis, 1956; Curtis, 1959; Soler et al., 2012) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Estimación Variables Dasométricas

Atributos	Abreviatura	Fórmula
Abundancia absoluta	Aa	# de individuos de una sp. que se encuentra en la comunidad.
Abundancia relativa	Ar	$Aa \times 100 / \sum Aa$
Frecuencia absoluta	Fa	# de subparcelas o veces en las que se presenta una sp
Frecuencia relativa	Fr	$Fa \times 100 / \sum Fa$
Dominancia absoluta	Da	Área basal de una sp.
Dominancia relativa	Dr	$Da \times 100 / \sum Da$
Índice de Valor de Importancia	IVI	$Ar + Fr + Dr$

Fuente: Curtis & McIntosh, 1951

El área basal se la determina según el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) acorde a Aguirre (2013) mediante la fórmula: Área basal (AB) = $0.7854 \times (DAP)^2$. La distribución horizontal se estableció según las clases diamétricas, las cuales están asociadas a la distribución de las dimensiones de los árboles y arbustos, y el número de las clases se determinó en una escala de 10, iniciándose con un DAP mínimo de 2.5 cm y máximo que dependió del valor máximo de DAP para cada tipo de bosque. La distribución vertical fue establecida según clases altimétricas y se identificaron varias que siguieron una escala de 5 m.

3.3.1.3. Diversidad vegetal

La diversidad α se estimó para los diez transectos a través de sus componentes de riqueza específica, heterogeneidad y dominancia. Se empleó los índices de Menhinick y Margalef para medir la riqueza, el de Shannon-Wiener (H') y Pielou para la heterogeneidad, y el índice de Simpson (D) para conocer la dominancia de las especies. El índice de Shannon-Wiener se representó en unidades nats por individuo (nats/ind). También la diversidad α se estimó y comparó con los mismos índices entre bosques por localidad.

La interpretación de los resultados de los índices de diversidad α se realizó acorde a Moreno (2001); Ramírez (2006); Aguirre (2013) y Campos & Duval (2014), quienes indicaron los rangos que describen la condición para cada índice (Cuadro 8).

Cuadro 8. Índices de diversidad alfa

Tipo de índice	Descripción	Fórmula	Condición
Índice de diversidad de Menhinick	Basado en la relación numérica de las especies y el número total de individuos observados, la cual se incrementa al aumentar el tamaño de la muestra	$D_{Mn} = (S)/\sqrt{N}$	$\leq 0,7$ muy baja $> 0,7 - 1,3$ baja $> 1,3 - 1,6$ media $> 1,6 - 1,8$ alta $> 1,8$ muy alta
Índice de riqueza específica de Margalef	Basado en la distribución numérica de los individuos, mide el número de especies en función del número de individuos existentes o la cantidad de especies por área en una muestra	$D_{Mg} = (s-1)/\ln N$	≤ 1 muy baja $> 1 - 2$ baja $> 2 - 2,7$ media $> 2,7 - 3$ alta > 3 muy alta
Índice de equidad de Shannon (H)	Basado en la teoría de la información, expresa la uniformidad de los valores de importancia mediante todas las especies de la muestra; es decir, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Integra dos componentes: riqueza de especies y equitatividad.	$H = \sum (Pi)(\log_n Pi)$	$0 - 1,35$ baja $1,36 - 3,5$ media $> 3,6$ alta
Índice de dominancia de Simpson (δ)	Basado en la teoría de probabilidad, el índice se interpreta como la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie	$\delta = \sum (Pi)^2$	$0 - 0,33$ baja $0,34 - 0,66$ media $> 0,67$ alta
Índice de equidad de Pielou	El índice representa la equitatividad y se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se mide comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies	$J' = H' / H'_{\max}$	$0 - 0,33$ baja $0,34 - 0,66$ media $> 0,67$ alta

Fuente: Moreno, 2001; Ramírez, 2006; Aguirre, 2013; Campos & Duval, 2014

Además, se emplearon estimadores no paramétricos en los tres tipos de bosques para conocer si el muestreo realizado fue suficiente (Poulin, 1998) y porque estos consideran a las especies pocos abundantes o raras (Colwell & Coddington 1994), por su enfoque en la extrapolación del número de especies faltantes. Un estimador menos sesgado para muestras pequeñas y como medidas complementarias de los análisis de diversidad es Chao-2 sugerido por Moreno (2001).

La diversidad β se la estimó desde la propiedad de reemplazo en cada tipo de bosque y desde la similitud florística para comparar comunidades. Se empleó el índice de Whittaker que ha sido el más utilizado acorde a diferentes trabajos (Wilson & Shmida, 1984; Magurran, 1988; Koleff et al., 2003) por ser el más robusto y su fórmula es: $\beta_w = S / \alpha - 1$, donde S es el número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma) y α es el número promedio de especies en las muestras (Moreno 2001). También, desde la similitud florística, se empleó el índice de Bray-Curtis que ha sido utilizado en otros estudios de comunidades vegetales (Moreno, 2001; Yepes et al., 2007; Aragón et al., 2010; Zacarias et al., 2011) por considerar valores cuantitativos y su fórmula es: $CN = 2jN/(Na+Nb)$, donde Na es el total número de individuos en el sitio a, Nb es el total del número de individuos del sitio b, $2jN$ es la suma de la menor de las dos abundancias para las especies encontradas en ambos sitios (Newton, 2007). El valor 0 indica que no hay especies compartidas y 1 que poseen la misma composición (Moreno, 2001).

Se realizaron matrices de abundancia y cada parcela se consideró como una Unidad Geográfica Operativa (UGO) acorde a Crovello (1981) y se aplicó la técnica de análisis de clúster para agrupar la vegetación por localidad y características ambientales (Mota, 2001) estableciendo semejanzas florísticas.

También, sobre la base de las matrices de abundancia se realizó un análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (nMDS, por sus siglas en inglés) mencionado por Clarke y Warwick (2001) por ser métodos robustos para identificar y sugerir patrones en ecología de comunidades (McCune et al., 2002; La Torre-Cuadros & Linares-Palomino, 2008). Se determinó posibles diferencias significativas entre las formaciones vegetales mediante el Análisis de Similitud (ANOSIM) y se conoció las

especies más representativas para cada tipo de bosque mediante el Análisis de Similitudes Porcentuales (SIMPER), recomendado por Clarke & Gorley (2006).

Los análisis de diversidad se efectuaron con el programa PAST versión 3.16 (Hammer et al., 2001) y los análisis estadísticos multivariados de la estructura comunitaria (nMDS-ANOSIM-SIMPER) se efectuaron con PRIMER versión 6 (Clarke & Goley, 2006).

3.3.2. Determinación de la composición y diversidad de la familia Trochilidae

3.3.2.1. Composición, riqueza y abundancia de colibríes

Los principales atributos que se analizó fueron la composición, riqueza y abundancia absoluta y relativa mediante datos cuantitativos y cualitativos. La información asociada a la tabla de composición incluye los criterios de distribución geográfica (e.g. endemismo o migración) y estado de conservación.

3.3.2.2. Diversidad de colibríes

La diversidad α se estimó para los cinco puntos de conteo mediante los índices de de Menhinick, Margalef, Shannon-Wiener, Simpson y Pielou; los mismos que fueron empleados para la diversidad vegetal. El tipo de índice, su fórmula y su condición a interpretar según varios autores (Moreno, 2001; Ramírez, 2006; Aguirre, 2013; Campos & Duval, 2014) ya fueron descritos en la sección 3.3.1.3 diversidad vegetal, por lo que no se vuelve a detallar en esta sección.

Los análisis de diversidad α se efectuaron con el programa PAST versión 3.16 (Hammer et al., 2001).

3.3.3. Descripción de las interacciones de la familia Trochilidae

Para el análisis de los datos de las redes de interacción planta-colibrí, se elaboró una matriz cualitativa a nivel de paisaje y una matriz cuantitativa por cada tipo de vegetación en cada localidad. En la matriz cualitativa se anotó el número de plantas en las filas y el número de colibríes en las columnas acorde a Jordano, Vázquez &

Bascompte (2009); Medel, Aizen & Zamora (2009); Bascompte & Jordano (2014) y Cuartas & Medel (2015).

En la matriz cuantitativa, representada como una red bimodal ponderada, se apuntó en cada celda el número de interacciones. Los valores varían de 0, cuando no hubo interacción, a un valor mayor a cero dependiendo del número de veces que se observó una interacción (Martínez-García & Ortiz-Pulido, 2014; García, 2016).

Para el análisis de las estructuras de las redes, basada en la matriz cuantitativa, se consideró los parámetros de conectancia, anidamiento, modularidad y especialización complementaria.

La conectancia (C) se refiere a la proporción de enlaces o interacciones observadas divididas para el número máximo de enlaces o interacciones potenciales entre todas las especies de plantas y animales (Cuartas & Mendel, 2015). Los valores van de 0, cuando no hay conectividad alguna entre especies, a 1, cuando todas las especies están conectadas (Martínez-García & Ortiz-Pulido, 2014; Sánchez, Kattan & Murillo, 2019).

El anidamiento (N) se entiende como la tendencia de los especialistas a interactuar con un subgrupo de generalistas y estos entre sí (Sánchez et al., 2019). Cuando todas las interacciones de las especies especialistas están anidadas dentro de las interacciones de las especies más generalistas, se dice que la red está perfectamente anidada (Bascompte et al., 2003; Vázquez et al., 2009). El anidamiento se estimó mediante la versión ponderada del índice NODF (weighted NODF) y sus valores van de 0, cuando una red no está anidada, a 100, cuando una red está completamente anidada (Sánchez et al., 2019).

La modularidad (Q) se describe como la tendencia a formar subgrupos de especies y algunos subgrupos interactúan más entre sí que con especies de otros subgrupos. La red podría dividirse en módulos o compartimentos y esto depende de la fuerza de las interacciones entre los grupos (Sánchez et al., 2019). Cuando una red se encuentra dividida en n subgrupos que no tienen conexión con sus aledaños, se dice que la red está totalmente modular, y esto se asocia con una alta estabilidad frente a perturbaciones, no siendo fácil de alterarla (Vázquez et al., 2009; Bascompte &

Jordano, 2014). Los valores altos de modularidad se asocian a una conectancia baja y esto puede ser desfavorable para ciertos casos (Sánchez et al., 2019).

La especialización se menciona como el grado de especialización de la especie, es decir que tan especialista o generalista es y se estimó mediante el índice de especialización complementaria (H_2'), el cual tiene valores que van de 0, cuando una especie es generalista, a 1, cuando una especie es especialista (Blüthgen et al., 2006). Los valores altos de especialización y modularidad describen una alta separación de nichos entre especies o módulos, mientras que bajos valores muestran un alto solapamiento de nicho indicando una alta competencia (Sánchez et al., 2019).

El gráfico bipartito de la red bimodal de interacciones muestra a las diferentes especies (i.e. nodos) de colibríes o plantas ligadas por eventos de interacción (i.e. vínculos), donde la anchura de los vínculos representa la frecuencia de las interacciones (García, 2016). En los módulos de la matriz de interacción se observan cuadrados pequeños que simbolizan las interacciones ocurridas y los colores indican la frecuencia de la interacción, considerando los colores más oscuros con una mayor asimetría (García, 2016). Los módulos se separan por cuadrados rojos que agrupan estas interacciones.

Los análisis de los datos de interacciones se realizaron con el programa R Version 3.4.2 y R Studio Desktop Version 1.1.383 (Gonzalez & Loiselle, 2016); además, se usó el paquete bipartite versión 2.05 (Dormann, Gruber & Fründ, 2008).

3.3.4. Verificación de Hipótesis

Se planteó la hipótesis general de que la riqueza se incrementa positivamente con la altitud y este sería un patrón evidente encontrado tanto para la vegetación como para la familia Trochilidae presente en las dos localidades de la CCHC.

Para comprobar la hipótesis, se determinaron posibles diferencias en la estructura comunitaria tales como la riqueza, abundancia, equitatividad y diversidad empleando un ANOVA a una vía para los datos que siguieron la distribución normal. Se efectuó un análisis no paramétrico de Mann-Whitney para las localidades y Kuskal-Wallis

(KW) para el gradiente altitudinal, al comprobar el no cumplimiento de los supuestos de normalidad (Kolmogorov Smirnov) y homocedasticidad (Zar, 1996). Los datos fueron expresados en cajas y bigotes acorde con las recomendaciones de Boyer et al. (1997).

Hipótesis Específica 1a): La diversidad vegetal se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Loma Alta.

Hipótesis Específica 1b): La diversidad vegetal se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Dos Mangas.

Hipótesis Específica 2a): La diversidad de la familia Trochilidae se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Loma Alta.

Hipótesis Específica 2b): La diversidad de la familia Trochilidae se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Dos Mangas.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche

En Loma Alta (LA) se describió tres tipos de formaciones vegetales: bosque seco a 100 msnm, bosque de transición a 300 msnm y bosque de garúa a 500 msnm; mientras tanto para Dos Mangas (DM), se encontró el bosque semideciduo a 100 msnm, bosque de transición a 300 msnm y bosque de garúa a 500 msnm (Figura 10).

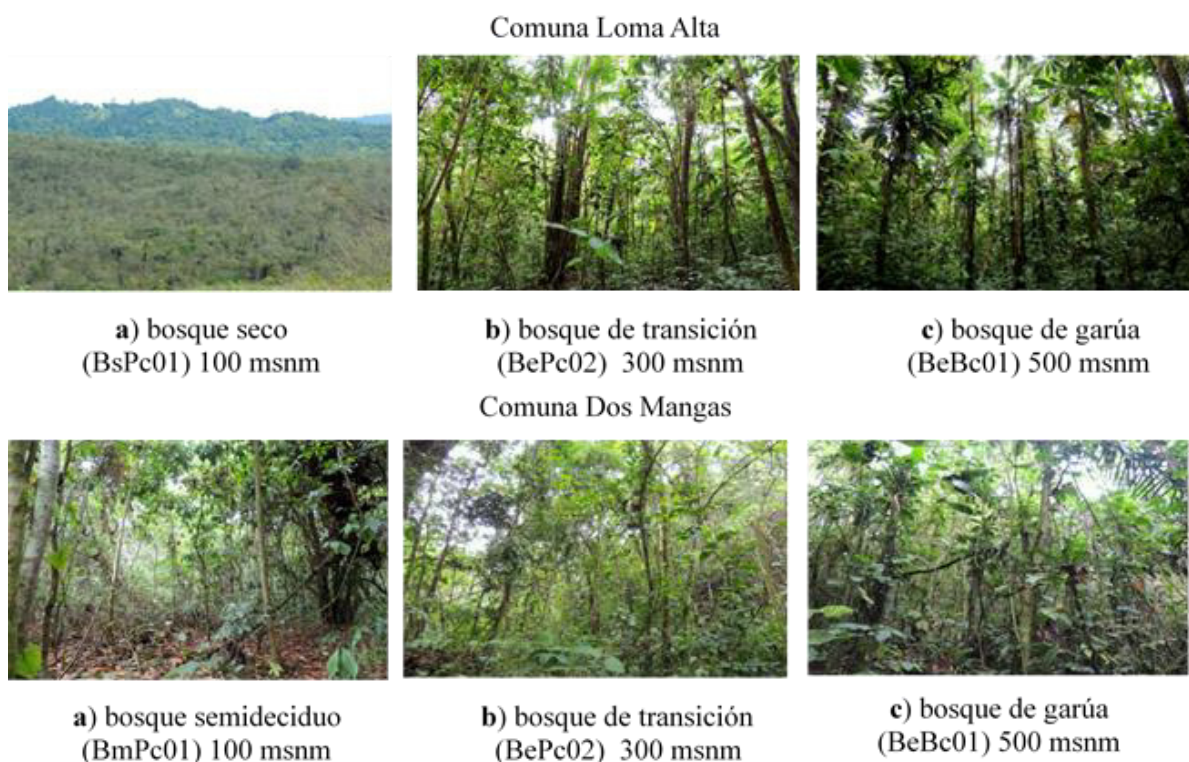


Figura 10. Vista panorámica de los ecosistemas ubicados en la comuna Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Cortesía de Jame Pérez Flor

La composición florística de los BTES del Pacífico Ecuatorial ubicados en LA y DM está compuesta por un total de 301 especies, 221 géneros, 85 familias y 39 órdenes, considerando los géneros más abundantes tales como *Anthurium* (9 spp),

Tillandsia (7 spp), Inga (6 spp), Philodendron, Guzmania y Cordia (5 spp cada una) y las familias más representativas fueron Fabaceae (29 spp), Araceae y Bromeliaceae (19 spp cada una), Gesneriaceae y Rubiaceae (10 spp cada una) y Orchidaceae (9 spp) (Anexo 3).

Asimismo, en el estudio cuantitativo de los transectos por área se registró para LA un total de 37 familias y 68 especies (61 árboles, 7 arbustos y ninguna liana), destacándose las familias Fabaceae (7 spp), Euphorbiaceae (5 spp) y Rubiaceae (4 spp) (ver Anexo 3). Para DM se anotó 38 familias y 68 especies (54 árboles, 9 arbustos y 5 lianas), de estas las familias representativas fueron Fabaceae (6 spp), Bignoniaceae, Meliaceae, Moraceae, Rubiaceae y Urticaceae (4 spp cada una) (Anexo 3).

Composición Específica. - A 100 msnm en el bosque seco se encontró 151 individuos pertenecientes a 13 familias y 17 especies (13 sp arbóreas y 4 sp arbustivas); mientras que para el bosque semideciduo se reportó 208 individuos correspondientes a 29 familias y 45 especies (33 árboles, 8 arbustos y 4 lianas) (Cuadro 10). Las familias más representativas fueron Fabaceae (5 spp), Boraginaceae y Euphorbiaceae (4 spp), Leguminosae, Moraceae y Rubiaceae (3 spp) (Anexo 4).

El endemismo vegetal fue mayor (14%) para el oeste ecuatoriano (Oeste Ec), y menor (2% cada uno) para el endemismo compartido para cada área biogeográfica (Anexo 4 y 5). El grado de amenaza fue vinculado a las categorías de EN, NT y LC, considerándose a *Annona oligocarpa* (Anona), *Croton rivinifolius* (Chala), *Inga colonchensis* (Guaba), *Gustavia serrata* (Membrillo), *Inga carinata* (Guaba) y *Sorocea sarcocarpa* (Tillo) las especies con mayor énfasis para conservar debido al endemismo y al grado de amenazada (Anexo 4 y 5).

A 300 msnm, en el bosque de transición, se identificó un total de 52 especies (47 árboles y 5 arbustos) correspondientes a 31 familias considerando a Meliaceae y Fabaceae (5 spp cada una), Urticaceae (4 spp), Moraceae y Arecaceae (3 spp cada una) (Anexo 4 y 5). Para LA se registró 37 especies (33 árboles y 4 arbustos) que pertenecen a 25 familias y para DM se encontró 22 especies (21 árboles y 1 arbusto) asociados a 17 familias.

El endemismo vegetal fue mayor (13.46%) para el oeste ecuatoriano y menor (1.92% cada uno) para las otras áreas biogeográficas compartidas (Anexo 4 y 5). El grado de amenaza fue vinculado a las categorías de EN, VU, NT y LC, considerando a *Annona oligocarpa* (Anona), *Inga carinata* (Guaba), *Inga laurina* (Guaba), *Gustavia serrata* (Membrillo) y *Sorocea sarcocarpa* (Tillo Chino) como especies que necesitan mayor investigación ya que son endémicas O Ec y están EN. Aunque, *Cedrela odorata* (Cedro de Castilla) y *Randia carlosiana* (Cañafito) no son endémicas, comparten la misma atención ya que están en la categoría de VU y EN respectivamente (Anexo 4 y 5).

A 500 msnm, en el bosque de garúa, se registró un total de 48 especies (42 árboles, 4 arbustos y 2 lianas) correspondientes a 28 familias apreciando las familias con más especies tales como Arecaceae, Euphorbiaceae y Urticaceae (4 spp cada una), Bignoniaceae, Lauraceae, Moraceae y Rubiaceae (3 spp cada una) (Anexo 4 y 5). Para LA se registró 36 especies (34 árboles y 2 arbustos) que pertenecen a 28 familias; mientras para DM se encontró 30 especies (25 árboles, 3 arbustos y 2 lianas) asociados a 23 familias.

El endemismo vegetal fue mayor (12.5%) para el Oeste Ec y menor (2.08% cada uno) para el país (Ec), así como para las regiones biogeográficas compartidas con Colombia (CH) y Perú (T) (Anexo 4 y 5). El grado de amenaza fue vinculado a las categorías de EN, NT y LC, destacándose *Annona oligocarpa* (Anona), *Inga carinata* (Guaba), *Gustavia serrata* (Membrillo), *Matisia grandifolia* (Molinillo) y *Sorocea sarcocarpa* (Tillo Chino), las mismas que son endémicas y son compartidas con el bosque de transición, a excepción del Molinillo (Anexo 4 y 5).

Estructura. - A 100 msnm, la estructura del bosque seco lo componen las especies más abundantes como *Xylosma benthamii* (37.75%), *Casearia aculeata* (12.58%) y *Gallesia integrifolia* (10.6%), mientras que para el bosque semideciduo fueron *Urera caracasana* (13.46%), *Acalypha cuneata* (9.13%), *Cordia hebeclada*, *Guarea macrophylla* y *Ruagea glabra* (6% cada una). Las especies dominantes para el primer bosque fueron *Gallesia integrifolia* (33%), *Xylosma benthamii* (19.23%) y *Cordia alliodora* (12.65%), así como para el segundo bosque fueron *Cecropia littoralis* (9.96%), *Coussapoa villosa* (9.61%) y *Nectandra subbullata* (8.85%) (Anexo 6).

Con referencia al IVI, en el bosque seco de LA las especies ecológicamente importantes fueron *Xylosma benthamii* (24.46%), *Gallesia integrifolia* (18.88%) y *Ziziphus thyrsoiflora* (8.34%) (Anexo 6), y para el bosque semidecuido de DM fueron *Urera caracasana* (8.48%), *Acalypha cuneata* (7.43%) y *Ruagea glabra* (6.72%) (Anexo 7).

La estructura horizontal correspondientes al bosque deciduo y semidecuido estuvo conformada por tres y cinco clases diamétricas (e.g. 2.5 a 9.9 cm; 10 – 19.9 cm; 20 – 29.9 cm; 30 – 39.9 cm y ≥ 40 cm) respectivamente, concentrándose los individuos en la primera (76.15% y 61.05%) y segunda clase (22.51% y 29.80%). La gráfica para el bosque deciduo presenta una jota invertida que no es bien definida y, por el contrario, para el bosque semidecuido la gráfica es bien definida (Figura 11).

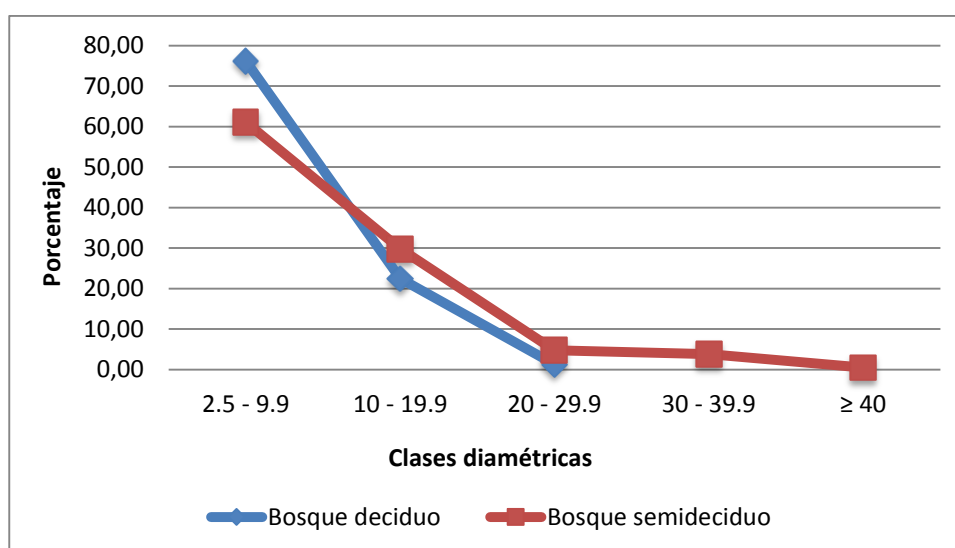


Figura 11. Estructura horizontal de la vegetación a 100 msnm

Fuente: Elaboración propia

La estructura vertical del bosque deciduo y semidecuido estuvo constituida por dos y cuatro clases altimétricas (e.g. ≤ 4.9 m; 5 - 9.9 m; 10 – 14.9 m y ≥ 15 m) agrupándose los valores en la primera (72.84% y 50.96%) y segunda clase (27.16% y 36.53%) (Figura 12).

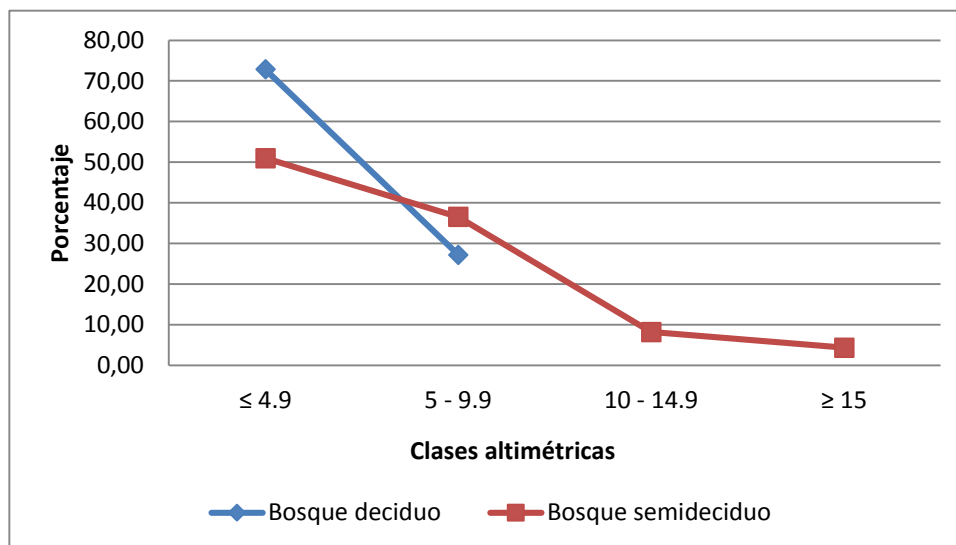


Figura 12. Estructura vertical de la vegetación a 100 msnm

Fuente: Elaboración propia

A 300 msnm, se registró la abundancia siendo mayor (353 individuos) para LA y menor (213 individuos) para DM. La estructura del bosque de transición para LA lo conformaron las especies más abundantes tales como *Gustavia serrata* (32.6%), *Urera caracasana* (10.2%) y *Acalypha cuneata* (6.2%); casi las mismas especies se encontraron para DM con la variación del orden y el porcentaje, *Urera caracasana* (39.4%), *Cecropia obtusifolia* (9.9%) y *Acalypha cuneata* (8.4%) (Anexo 8 y 9).

Las especies dominantes para LA fueron *Gustavia serrata* (19.5%), *Cordia alliodora* (15.3%) y *Urera caracasana* (13.4%); mientras que para DM fueron *Coussapoa villosa* (30%), *Nectandra subbullata* (20.3%) y *Urera caracasana* (11.6%) (Anexo 8 y 9). Las especies con mayor IVI coinciden con las dominantes en ambas localidades, aunque estas difieren en la jerarquía de orden. La especie *Gustavia serrata* (20%) y *Urera caracasana* (21%) fueron ecológicamente las más representativas para este ecosistema y, la última de estas, ocupa el segundo lugar (10%) en importancia para LA (Anexo 8 y 9).

La estructura horizontal del bosque de transición para la LA y DM estuvo conformada por cinco y seis clases diamétricas (e.g. 2.5 - 9.9 cm; 10 - 19.9 cm; 20 - 29.9 cm; 30 - 39.9 cm; 40 - 49.9 cm y ≥ 50 cm) respectivamente, concentrándose los individuos en la primera clase (74.5%) para LA y en la segunda clase (46.94%) para

DM, lo cual no es un caso común. La gráfica para para LA es una jota invertida bien definida clásica para los bosques tropicales (Figura 13).

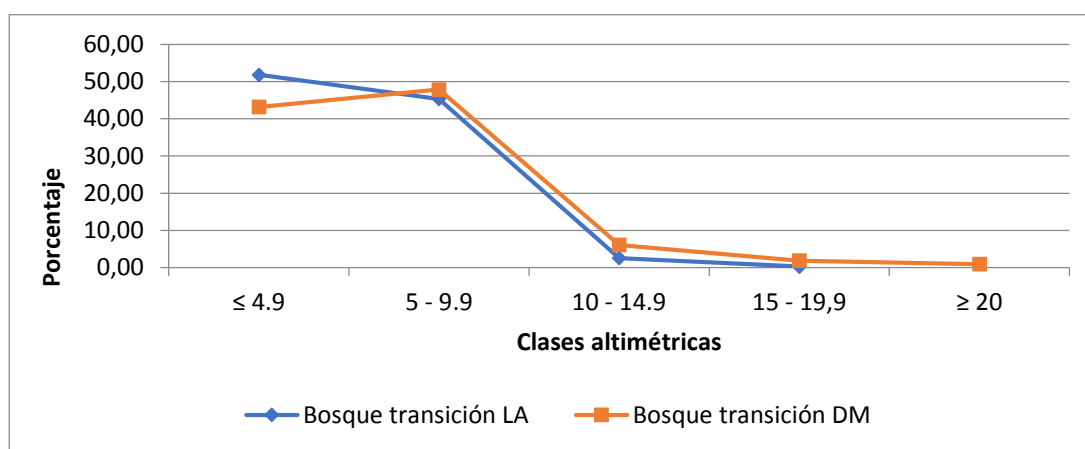


Figura 13. Estructura horizontal de la vegetación a 300 msnm

Fuente: Elaboración propia

La estructura vertical lo constituyó cuatro y cinco clases altimétricas (e.g. ≤ 4.9 m; 5 - 9.9 m; 10 - 14.9 m; 15 - 19.9 m y ≥ 20 m) agrupándose los valores en la primera clase (51.84%) para LA y, de manera similar a la estructura horizontal para el caso en DM, la segunda clase reunió la mayor cantidad de individuos (47.88%) (Figura 14).

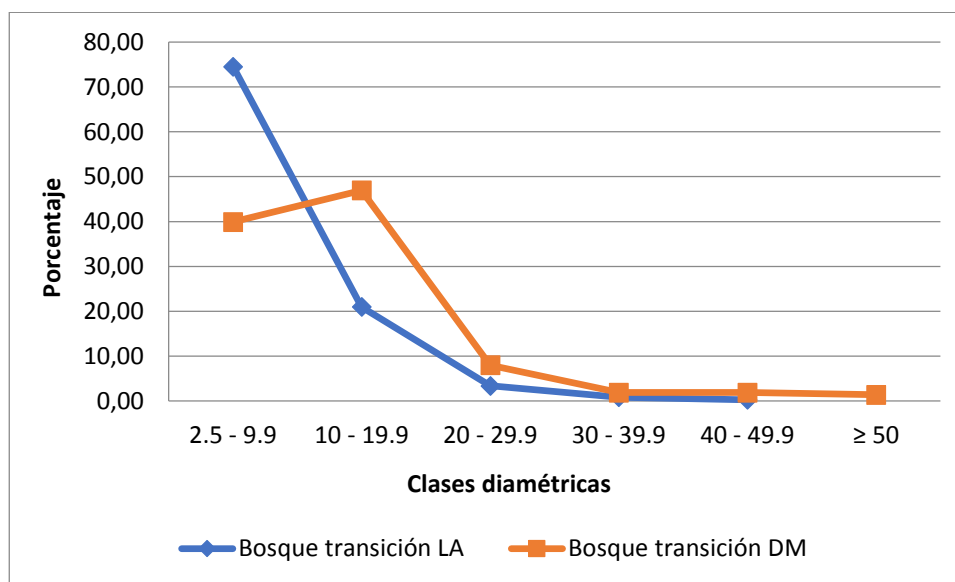


Figura 14. Estructura vertical de la vegetación a 300 msnm

Fuente: Elaboración propia

A 500 msnm, se registró la abundancia siendo mayor (390 individuos) para DM y menor (379 individuos) para LA. La estructura del bosque de garúa para LA lo

formaron las especies más abundantes tales como *Matisia grandiflora* (26.12%), *Randia carlosiana* (12.40%) y *Calatola costaricensis* (8.44%); mientras que para DM fueron *Matisia grandiflora* (28.46%), *Chamaedorea linearis* (16.67%) y *Psychotria hazenii* (6.41%) (Anexo 10 y 11).

Las especies dominantes para LA fueron *Rhodostemonodaphne kuntiana* (50.1%), *Handroanthus chrysanthus* (16.95%) y *Matisia grandifolia* (9.1%); mientras que para DM fueron *Ficus bullenei* (45.29%), *Maquira guianensis* (15.69%) y *Nectandra subbullata* (14.13%) (Anexo 10 y 11). Las especies con mayor IVI coinciden con las dominantes en ambas localidades y también se combinaron con las especies más abundantes. Por lo que, en Loma Alta las tres especies ecológicamente importantes fueron *Rhodostemonodaphne kuntiana* (17.70%), *Matisia grandifolia* (13.88%) y *Randia carlosiana* (7%); mientras que para DM fueron *Ficus bullenei* (16.42%), *Matisia grandifolia* (13.23%) y *Maquira guianensis* (8.54%) (Anexo 10 y 11).

La estructura horizontal del bosque de garúa para LA y DM estuvo conformada por seis clases diamétricas (e.g. 2.5 - 9.9 cm; 10 – 19.9 cm; 20 – 29.9 cm; 30 – 39.9 cm; 40 – 49.9 cm y ≥ 50 cm), centrándose los individuos en la primera (61% y 49%) y segunda clase (25.32% y 34.61%). La gráfica para ambas localidades fue una jota invertida clásica para los bosques tropicales (Figura 15).

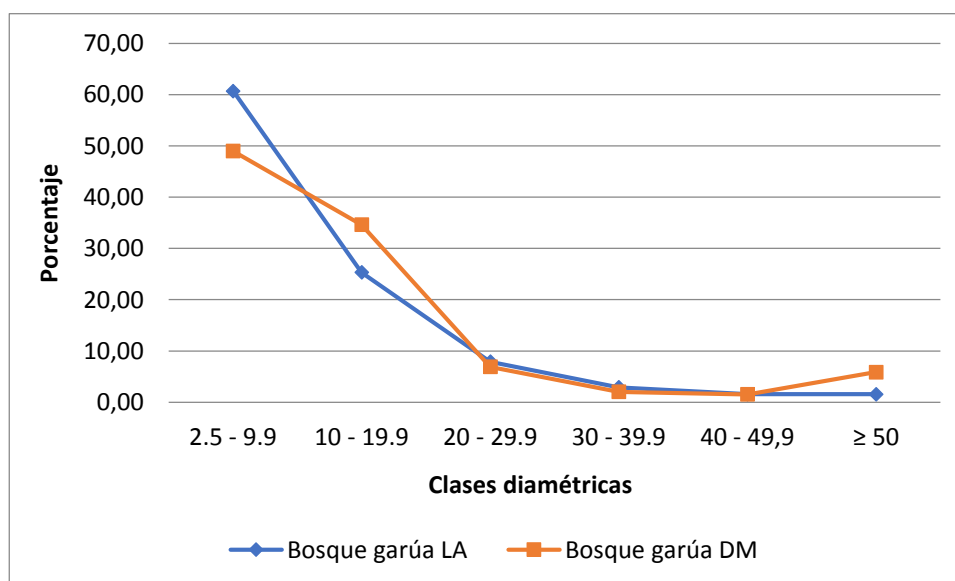


Figura 15. Estructura horizontal de la vegetación a 500 msnm

Fuente: Elaboración propia

La estructura vertical fue marcada por clases a siete clases altimétricas (e.g. ≤ 4.9 m; 5 - 9.9 m; 10 - 14.9 m; 15 - 19.9 m; 20 - 24.9; 25 - 29.9 m y ≥ 30 m) reuniéndose los valores en la primera clase (48.54%) para LA y en la segunda clase (48.2%) para DM (Figura 16).

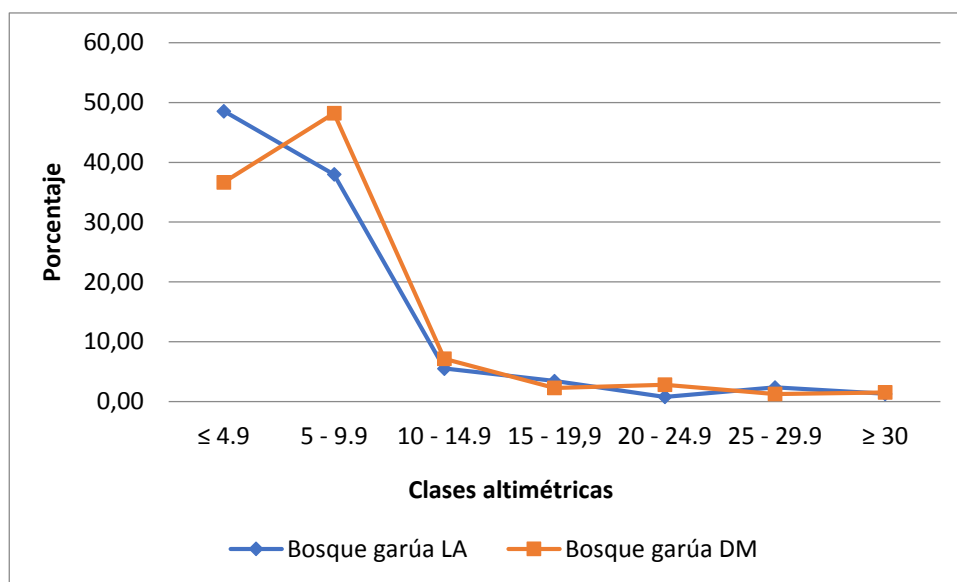


Figura 16. Estructura vertical de la vegetación a 500 msnm

Fuente: Elaboración propia

Diversidad. - La diversidad α medida desde sus componentes de riqueza, heterogeneidad y dominancia muestran los siguientes resultados.

A los 100 msnm, el bosque deciduo de LA presentó una diversidad media alta acorde a los índices de Menhinick (1.38), Margalef (3.19), Shannon–Wiener (2,13) y Pielou (0,75). Por otra parte, el índice de Simpson (0,19) determinó una dominancia baja. En el bosque semideciduo de DM, los índices de Menhinick (3,12), Margalef (8,24), Shannon–Wiener (3,30) y Pielou (0,87) indicaron que la diversidad fue muy alta, aunque el valor del índice de Shannon–Wiener está en un rango medio. El índice de Simpson (0,05) indicó que la dominancia es baja.

A los 300 msnm, el bosque de transición de LA mostró una diversidad muy alta según el índice de Menhinick (1.97) y Margalef (6.14), mientras los índices de Shannon–Wiener (2.68) y el de Pielou (0.74) indicaron valores medio–alto. El índice

de Simpson (0,14) mostró una baja dominancia. En DM, la diversidad del fue media según los índices de Menhinick (1,51) y Shannon–Wiener (2,27). No obstante, el índice de Margalef (3,92) y Pielou (0,73) señalaron que riqueza y homogeneidad en abundancia es alta. El índice de Simpson (0,19) resaltó una dominancia baja de especies.

A 500 msnm, el bosque de garúa en LA exhibió una diversidad en valores muy altos según los índices de Menhinick (1,85), Margalef (5,90) y Pielou (0,79); sin embargo, la heterogeneidad medida por el índice de Shannon–Wiener (2,84) contempló valores medios. El índice de Simpson (0,11) indicó un valor bajo para la dominancia. En DM, la diversidad de este bosque oscila en valores medios para los índices de Menhinick (1,57) y Shannon–Wiener (2,62); mientras que el índice de Margalef (5,02) y Pielou (0,76) están en un rango alto. La dominancia de Simpson (0,13) es baja.

Adicionalmente, se determinó la diversidad en los transectos botánicos desde el componente de heterogeneidad (H') y dominancia (D) medido por el índice de Shannon–Wiener y el índice de Simpson respectivamente.

A 100 msnm, en LA para el bosque seco se registró un valor promedio de $H' = 1,56$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,27$. El transecto más diverso fue el T1 (1,95 nats/ind) y el menos diverso fue el T2 (0,94 nats/ind); mientras tanto, la dominancia fue inversa, mayor para el T2 (0,43) y menor en T1 (0,16) (Anexo 12a). En DM para el bosque semideciduo se precisó un valor promedio de $H' = 2,27$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,14$. La diversidad fue mayor en el T3 (2,71 nats/ind) y menor en el T10 (1,49 nats/ind); por otra parte, la dominancia fue mayor para el T10 (0,28) y menor en T6 (0,07) (Anexo 12b).

A 300 msnm para el bosque de transición, en LA, se anotó un valor promedio de $H' = 2,18$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,17$. La diversidad fue mayor para el T8 (2,46 nats/ind) y menor para el T4 (1,95 nats/ind); así como la dominancia fue mayor para el T10 (0,24) y menor para el T8 (0,11) (Anexo 12a). En DM, se describió la diversidad en un valor promedio de $H' = 1,71$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,26$. La diversidad fue mayor para el T1 (2,47 nats/ind) y menor para el T3 (0,91

nats/ind); así mismo, la dominancia fue mayor para el T3 (0,53) y menor para el T1 (0,09) (Anexo 12b).

A 500 msnm para el bosque de garúa, en LA, se determinó un valor promedio de $H' = 2,40$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,13$. La diversidad fue mayor en el T10 (2,78 nats/ind) y menor para el T1 (1,92 nats/ind); mientras que la dominancia fue mayor en el T1 (0,27) y menor en el T10 (0,08) (Anexo 12a). En DM, se señaló un valor promedio de $H' = 2,30$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,15$. La diversidad fue mayor en el T6 (2,62 nats/ind) y menor para el T8 (1,97 nats/ind); de igual forma, la dominancia fue mayor en el T2 (0,24) y menor en el T5 (0,08) (Anexo 12b).

En términos generales, la diversidad comparada por tipo de bosque y para cada localidad arrojó los siguientes resultados. En LA, el bosque de transición fue el más diverso acorde al componente de riqueza específica; mientras tanto, el bosque de garúa fue el más heterogéneo y el bosque seco el menos diverso porque en él la dominancia fue mayor (Figura 17).

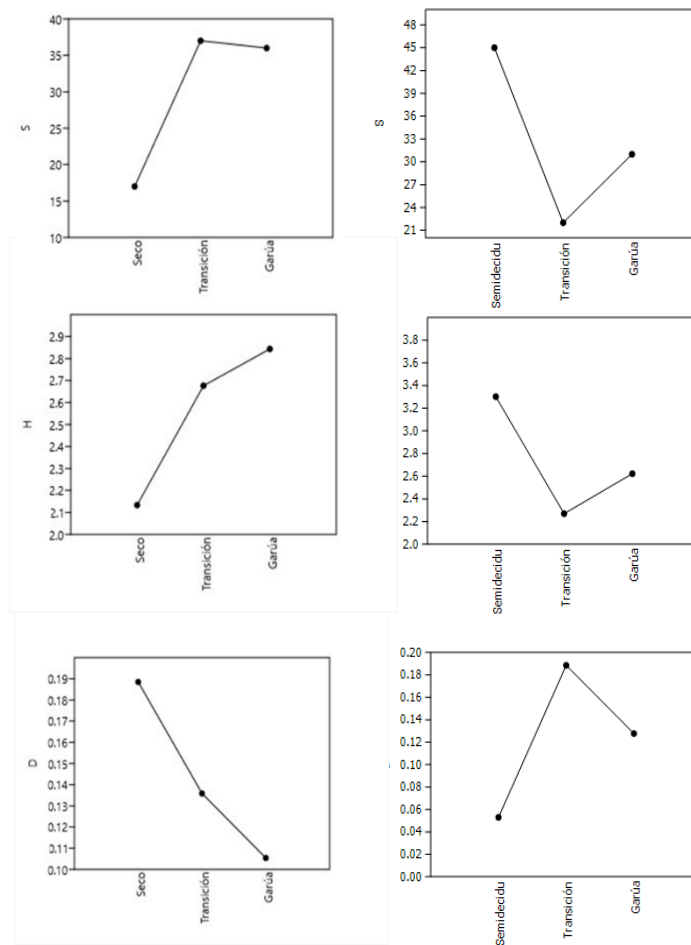


Figura 17. Diversidad alfa vegetal presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

El estimador de Chao 2 en LA señaló que la riqueza para los transectos realizados en el bosque seco fue de 18 (18,66 especies; DS = 8,39), para el bosque de transición fue de 36 (36,45 especies; DS = 6,91) y para el bosque de garúa fue de 35 (35,34 especies; DS = 2,62). En DM, en el bosque semideciduo fue de 45 (45,24 especies; DS = 10,62), para el bosque de transición fue de 22 (22,25 especies; DS = 6,83) y para el bosque de garúa fue de 30 (30,12 especies; DS = 3,82).

Estos valores nos indican que la cobertura de la muestra promedio es de 98%, lo cual es un indicador de que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y representativo para cada tipo de bosque en ambas localidades.

La diversidad β fue medida desde sus componentes de reemplazo y similitud florística, la cual enuncia los siguientes resultados.

Desde el componente de reemplazo, en LA, la diversidad beta considerada en orden descendente fue mayor para el bosque seco ($\beta_w = 1,78$), bosque de transición ($\beta_w = 1,74$) y menor para el bosque de garúa ($\beta_w = 1,29$). En DM, la tasa de recambio fue mayor para el bosque semidecíduo ($\beta_w = 2,71$), seguido por el bosque de transición ($\beta_w = 1,71$) y luego por el bosque de garúa ($\beta_w = 1,09$).

Desde el componente de similitud florística, la gráfica del análisis de clúster entre los tipos de bosque sugirió que la vegetación se agrupa considerando la condición ambiental como la altitud y no por localidad de estudio (Figura 18).

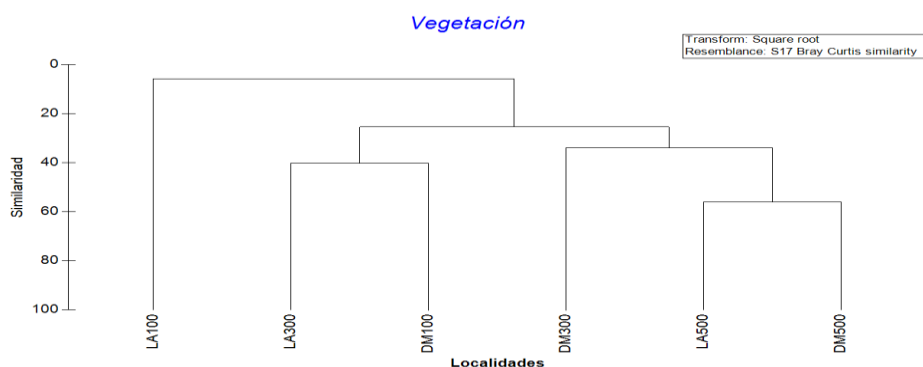


Figura 18. Diagrama clúster de la vegetación presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

El análisis nMDS basado en el índice de Bray-Curtis encontró diferencias estructurales significativas (Figura 19) y en la gráfica se evidencia que la vegetación ubicada a 100 msnm es la más heterogénea y a 500 msnm es la más homogénea en ambas localidades. La prueba de ANOSIM corroboró estas diferencias significativas entre los tipos de bosque para cada localidad (LA: $R = 0.99$, $p < 0.01$; DM: $R = 0.83$, $p < 0.01$).

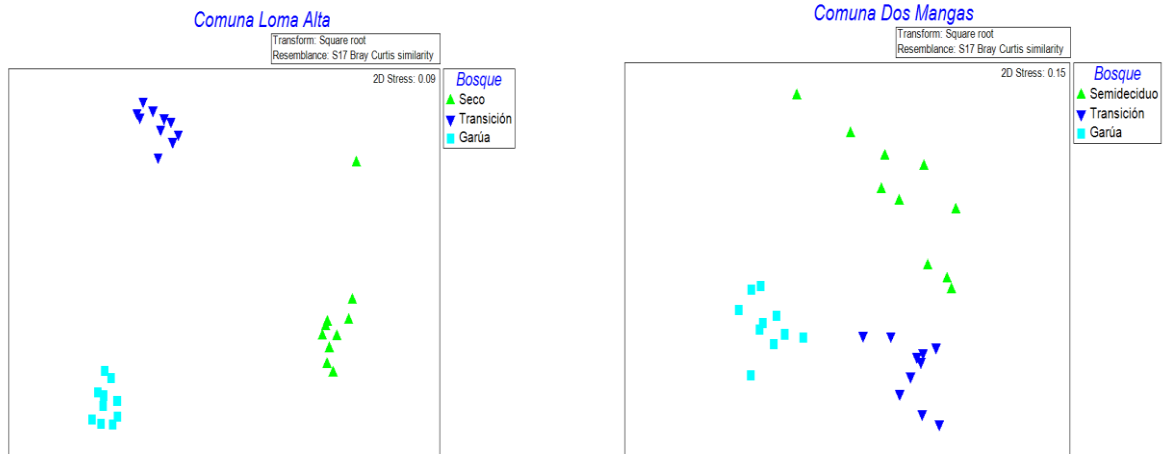


Figura 19. Diagrama de ordenación nMDS de la vegetación presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

El análisis SIMPER enmarcó las especies representativas que contribuyeron a la similitud florística dentro de cada tipo de vegetación. En LA, la similitud entre la vegetación para cada tipo de bosque osciló entre el 50% para el bosque seco y el 56% para el bosque de garúa (Anexo 13a). En DM, la similitud osciló entre 33% para el bosque semideciduo y el 57% para el bosque de garúa (Anexo 13b). Muchas de las especies SIMPER coincidieron con las especies IVI, quienes definieron la estructura del bosque.

No obstante, la disimilitud entre los bosques en LA es mayor al 85% y se estipuló que la máxima es de 96% entre el bosque seco y de garúa. Las especies responsables de esta diferencia fueron *Matisia grandifolia* (10%), *Xylosma benthamii* (7%) y *Randia carlosiana* (6%). Por otra parte, la disimilitud entre los bosques en DM es mayor al 75% y el valor máximo es de 87% entre el bosque semideciduo y de garúa. Las especies responsables de esta diferencia fueron *Matisia grandifolia* (9%) y *Psychotria hazenii*, *Urera caracasana*, *Randia carlosiana* y *Grias peruviana* con el 4% cada una. Ambos resultados confirman que cada altitud presenta una vegetación particular.

4.1.2. Determinación de la composición, estructura y diversidad de la familia Trochilidae

En la CCHC se identificó 18 especies de colibríes y de estas, 13 especies se encuentran en LA y todas las especies estuvieron presentes en DM (Anexo 14).

Composición específica. – A 100 msnm, en LA se observó 8 especies y para DM fueron 17 especies. A 300 msnm, en LA se registró 11 especies y en DM 12 especies. A 500 msnm, en LA se identificó 10 especies y en DM 11 especies (Anexo 14).

Endemismo y conservación. - El endemismo identificado fue compartido para la región Tumbesina (T) con tres especies: *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron), *Myrmia micrura* (Estrellita Colicorta) y *Chaetocercus bombus* (Estrellita Chica). También, se registró a la especie *Chaetocercus berlepschi* (Estrellita Esmeraldeña) como endémica del país (Ec). La categoría de conservación más crítica fue para los colibríes del género *Chaetocercus* que se encuentran como Vulnerable (VU) y En Peligro (EN), mientras que el resto de las especies se encuentran en categoría de Preocupación Menor (Anexo 14).

Estructura. - En LA, se observó un total de 283 individuos y las tres especies más abundantes fueron el *Phaethornis baroni* que concentró el 34% (97 ind.), *Amazilia tzacatl* con 17% (49 ind.) y el *Amazilia amazilia* con 11% (30 ind.). En DM, se estimó un total 484 individuos y las especies más comunes fueron *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron) con el 37% (100 ind.), *Helimaster longirostris* con el 13% (62 ind.) y *Thalurania fannyi* con el 10% (47 ind.).

A 100 msnm, en LA, se observó un total de 67 individuos, siendo las tres especies más abundantes *Amazilia amazilia* (23 ind.), *Phaethornis baroni* (11 ind.) y *Myrmia micrura* (10 ind.) (Figura 20). En DM se contabilizó 314 individuos y las especies más abundantes fueron *Phaethornis baroni* (100 ind.), *Helimaster longirostris* (62 ind.) y *Thalurania fannyi* (30 ind.) (Figura 21).

A 300 msnm, en LA, se registró un total de 124 individuos y las especies más comunes fueron *Amazilia tzacatl* (38 ind.), *Phaethornis baroni* (31 ind.) y

Chaetocercus berlepschi (13 ind.) (Figura 20). En DM, las especies más abundantes fueron *Phaethornis baroni* (47 ind.), *Heliodoxa jacula* (21 ind.) y *Thalurania fannyi* (16 ind.) (Figura 21).

A 500 msnm, en LA, se determinó un total de 92 individuos y las especies más abundantes fueron *Phaethornis baroni* (55 ind.), *Heliodoxa jacula* (10 ind.) y *Amazilia tzacatl* (7 ind.) (Figura 20). En DM, se calculó un total de 50 individuos y la especie común fue *Phaethornis baroni* (31 ind.) y el resto registró menos de 3 ind. (Figura 21).

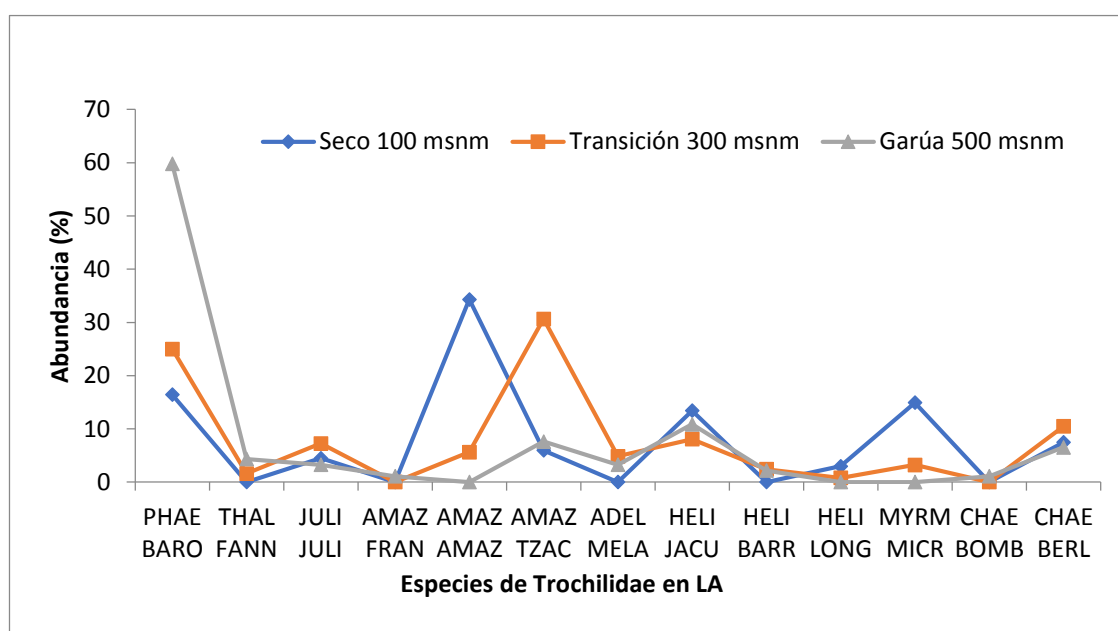


Figura 20. Estructura de la familia Trochilidae presente en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

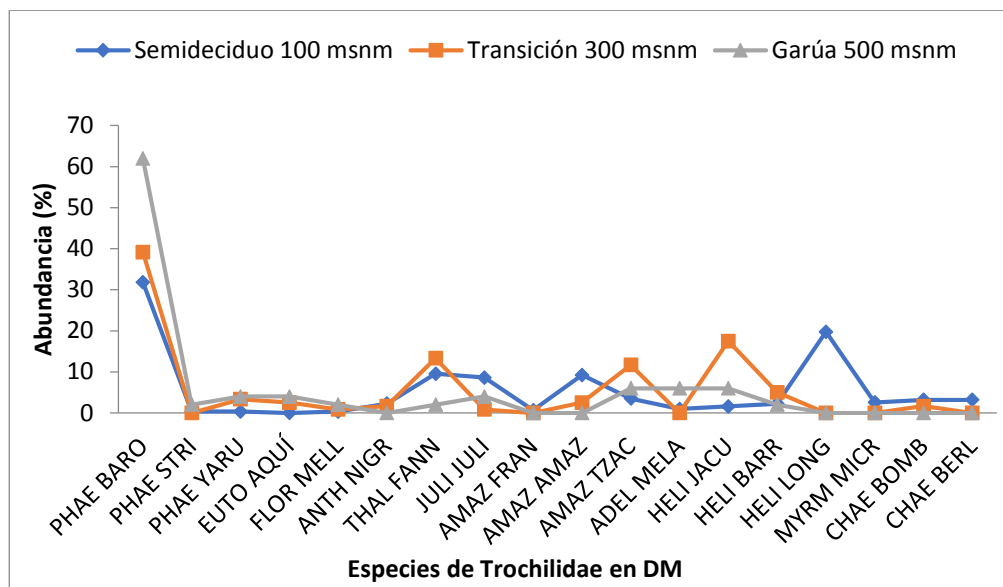


Figura 21. Estructura de la familia Trochilidae presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

La abundancia, además, se la describió mensualmente. En LA, los meses con más individuos fueron febrero con 29% (97 ind.) y junio con 28% (94 ind.); mientras tanto, los meses con menos abundancia fueron abril, septiembre y noviembre con 1% (1 ind.). En DM, los meses con mayor abundancia fueron febrero con 21% (104 ind.) y marzo con 20% (96 ind.); entretanto que, enero y diciembre fueron los meses que no se registró individuos. Se debe destacar que este resultado es sesgado debido a que, por problemas logísticos, no se realizó la salida de campo para esta área durante el mes de enero y diciembre.

A 100 msnm, en LA, el mes con mayor número de individuos fue junio (36 ind.) seguido por diciembre (11 ind.) (Figura 22). En DM, el mes con mayores individuos fueron febrero (74 ind.) y marzo (69 ind.) (Figura 23).

A 300 msnm, en LA, junio (55 ind.) y febrero (40 ind.) representaron los meses con mayor abundancia (Figura 22); mientras tanto, en DM, fueron julio (24 ind.) y marzo (20 ind.) (Figura 23).

A 500 msnm, en LA, fueron febrero (48 ind.) y enero (12 ind.) (Figura 22); así como fueron febrero (14 ind) y abril (8 ind.) (Figura 23).

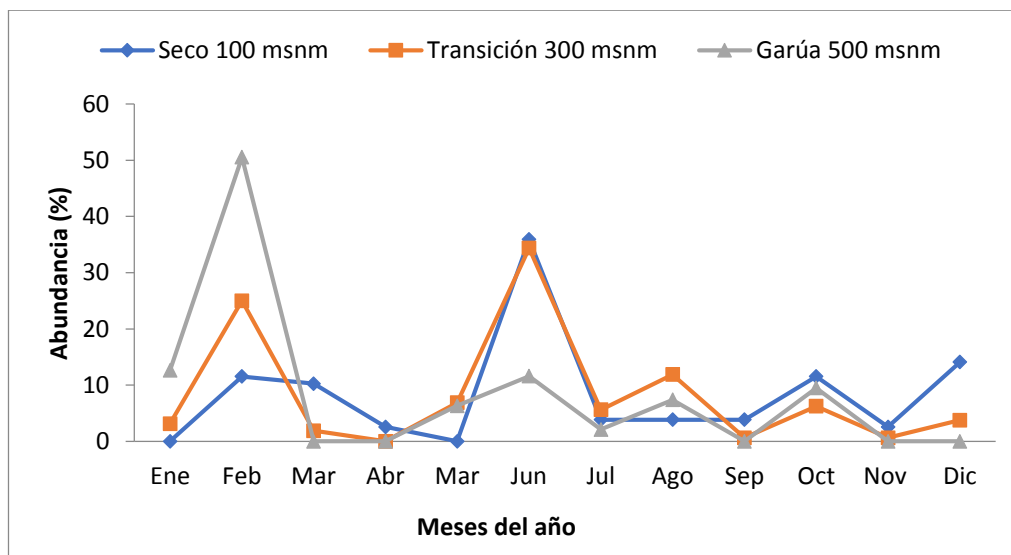


Figura 22. Abundancia mensual de la familia Trochilidae presente en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

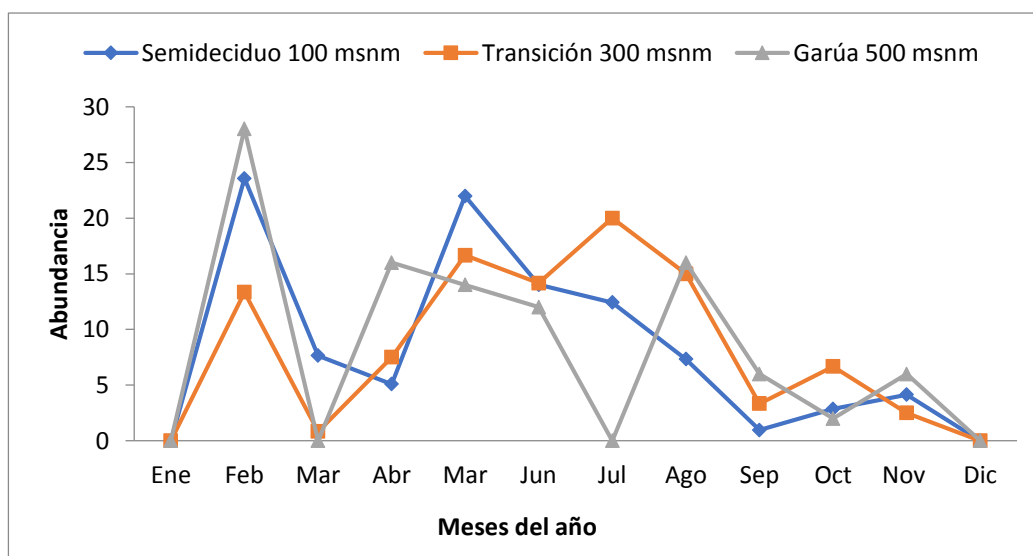


Figura 23. Abundancia mensual de la familia Trochilidae presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

Diversidad. - La diversidad α medida desde sus componentes de riqueza, heterogeneidad y dominancia muestran los siguientes resultados.

A 100 msnm, en LA, la diversidad de colibríes desde el componente de riqueza específica es baja acorde a los índices de Menhinick (0,98) y Margalef (1,67); no obstante, el índice de Shannon–Wiener (1,82) y Pielou (0,88) indicaron rangos medio-alto a la heterogeneidad. El índice de dominancia de Simpson (0,20) osciló en valores medios. En DM, la riqueza oscila en valores bajo según el índice de Menhinick (0,96) y contrariamente, el índice de Margalef (2,78) exhibe valores altos. El índice de Shannon–Wiener (2,14) se ubicó en valores medios, mientras que la dominancia (0,17) en valores bajo. El índice de Pielou (0,75) indicó que la comunidad es altamente homogénea.

A 300 msnm, en LA, se determinó la diversidad como baja según el índice de Menhinick (0,99); como media acorde al índice de Margalef (2,08) y Shannon–Wiener (1,95) y alta mediante Pielou (0,88). La dominancia de Simpson (0,18) es baja. En DM, la riqueza específica es baja acorde al índice de Menhinick (1,10) y media acorde a Margalef (2,30) y Shannon–Wiener (1,86); sin embargo, la heterogeneidad acorde al índice de Pielou (0,75) es alta y presentó una dominancia baja acorde al índice de Simpson (0,22).

A 500 msnm, en LA, la riqueza se definió como baja acorde a los índices de Menhinick (1,04) y Margalef (1,99), y presentó una heterogeneidad media según Shannon–Wiener (1,46) y Pielou (0,64), al igual que la dominancia dada por Simpson (0,38). En DM, los índices de Menhinick (1,56), Margalef (2,56), Shannon (1,50), Simpson (0,40) y Pielou (0,63) oscilan en valores medios.

Además, se estimó la diversidad en los Puntos de Conteo (PC) desde el componente de heterogeneidad (H') y dominancia (D) medido por el índice de Shannon–Wiener y el índice de Simpson respectivamente.

A 100 msnm, en LA, se registró un valor promedio de $H' = 1,44$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,29$. El punto más diverso fue el PC3 (1,79 nats/ind) y el menos diverso fue el PC2 (0,97 nats/ind); mientras tanto, la dominancia fue mayor para el

PC5 (0,42) y menor para el PC4 (0,18) (Anexo 15a). En DM se precisó un valor promedio de $H' = 1,62$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,27$. La diversidad fue mayor en el PC4 (2,05 nats/ind) y menor en el PC3 (1,15 nats/ind); por otra parte, la dominancia fue mayor para el PC3 (0,49) y menor en el PC4 (0,14) (Anexo 15b).

A 300 msnm, en LA, se anotó un valor promedio de $H' = 1,31$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,34$. La diversidad fue mayor para el PC5 (1,64 nats/ind) y menor para el PC1 y PC2 (0,90 nats/ind) cada uno; así como la dominancia fue mayor para el PC1 (0,47) y menor para el PC3 (0,24) (Anexo 15a). En DM, se describió la diversidad en un valor promedio de $H' = 1,46$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,29$. La diversidad fue mayor para el PC4 (1,67 nats/ind) y menor para el PC3 (1,00 nats/ind); así mismo, la dominancia fue mayor para el PC3 (0,48) y menor para el PC4 (0,21) (Anexo 15b).

A 500 msnm, en LA, se determinó un valor promedio de $H' = 1,11$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,41$. La diversidad fue mayor en el PC4 (1,49 nats/ind) y menor para el PC1 (0,59 nats/ind); mientras que la dominancia fue mayor en el PC1 (0,73) y menor en el PC4 (0,24) (Anexo 15a). En DM, se señaló un valor promedio de $H' = 1,19$ nats/ind y un valor promedio de $D = 0,34$. La diversidad fue mayor en el PC5 (1,40 nats/ind) y menor para el PC4 (1,00 nats/ind); de igual forma, la dominancia fue mayor en el PC4 (0,39) y menor en el PC5 (0,29) (Anexo 15b).

En términos generales, la diversidad de Trochilidae fue comparada por altitud y para cada localidad, lo cual arrojó los siguientes resultados. En LA, la diversidad acorde al componente de riqueza específica y heterogeneidad fue mayor a 300 msnm; mientras tanto, la dominancia fue mayor a 500 msnm (Figura 24). Por otra parte, en DM, la diversidad fue mayor a los 100 msnm y la dominancia fue mayor a 500 msnm (Figura 24).

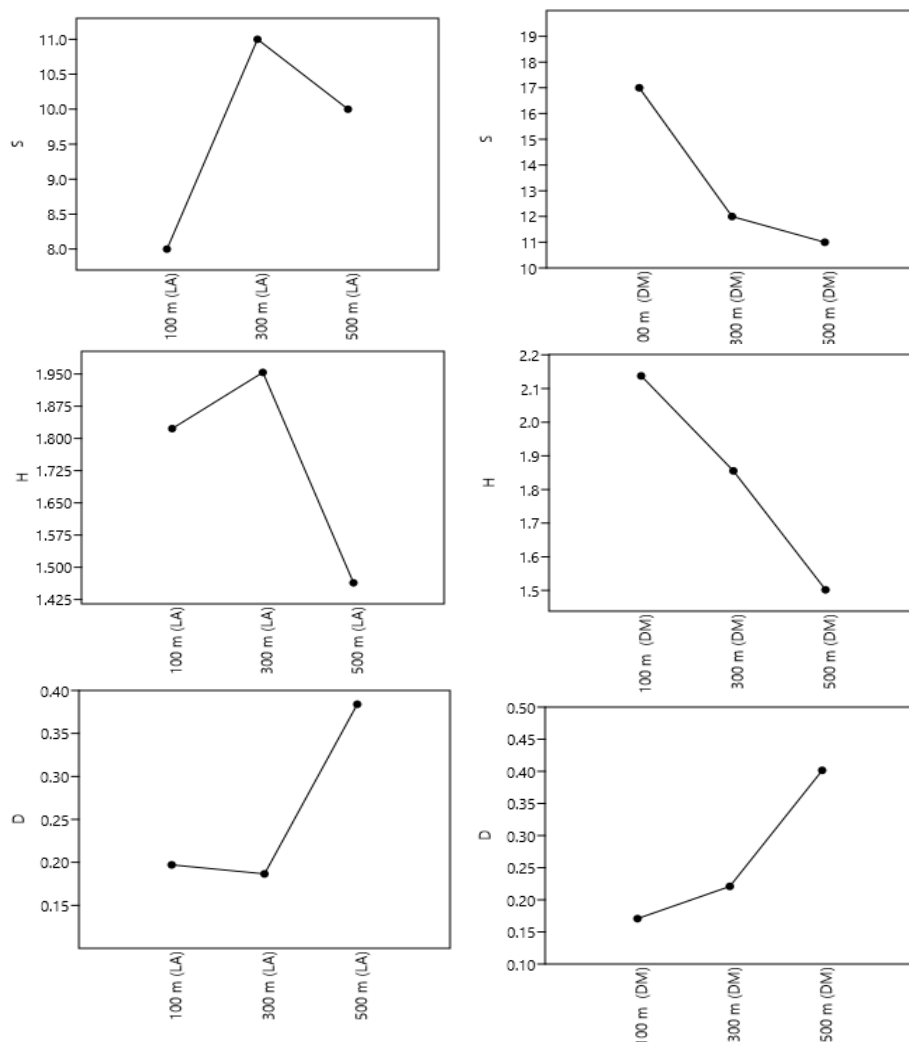


Figura 24. Diversidad alfa de la familia Trochilidae presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

El estimador de Chao 2 en LA señaló que la riqueza para los puntos de conteo realizados a 100 msnm fue de 8 (9,99 especies; DS = 1,10), a 300 msnm fue de 11 (10,66 especies; DS = 2,53) y a 500 msnm fue de 10 (6,95 especies; DS = 0,75). En DM, a 100 msnm fue de 17 (10,04 especies; DS = 0,52), para 300 msnm fue de 12 (9,91 especies; DS = 1,41) y para 500 msnm fue de 11 (7,53 especies; DS = 1,65).

Estos valores nos indican que la cobertura de la muestra promedio es de 98%, lo cual es un indicador de que el esfuerzo de muestreo fue adecuado y representativo en cada gradiente altitudinal en ambas localidades.

La diversidad β fue medida desde sus componentes de reemplazo y similitud florística, la cual mostró los siguientes resultados.

Desde el componente de reemplazo, la diversidad beta, en LA, fue mayor a 500 msnm ($\beta_w = 3,61$), seguido por los 100 msnm ($\beta_w = 2,69$) y menor a 300 msnm ($\beta_w = 2,14$). En DM, la tasa de recambio fue mayor a 500 msnm ($\beta_w = 5,00$), seguido por 300 msnm ($\beta_w = 3,36$) y menor a 100 msnm ($\beta_w = 2,45$).

Desde el componente de similitud florística, la gráfica del análisis clúster entre las dos localidades a tres diferentes altitudes y separando los datos por estacionalidad (e.g., seca o húmeda) sugirió que la familia Trochilidae se agrupa considerando la altitud y no por localidad de estudio o estacionalidad (Figura 25).

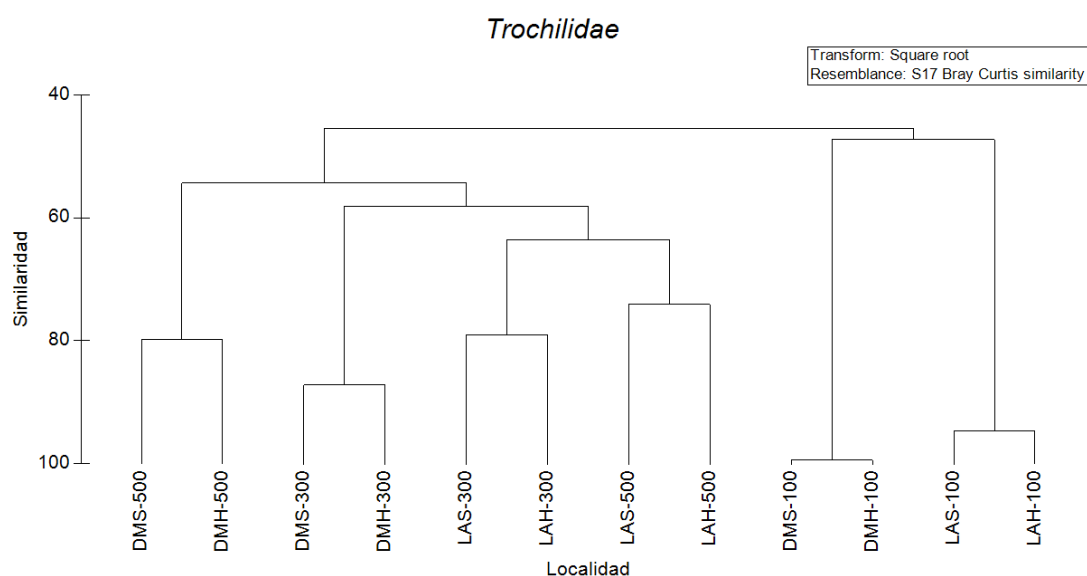


Figura 25. Diagrama clúster de la familia Trochilidae presentes en las comunas Loma Alta y Dos Mangas según el gradiente altitudinal y la estacionalidad

Fuente: Elaboración propia

El análisis nMDS basado en el índice de Bray-Curtis encontró diferencias estructurales significativas para LA y en la gráfica se evidencia que la comunidad de Trochilidae es heterogénea según el gradiente altitudinal (Figura 26). En DM, contrariamente, se observó que la comunidad es más homogénea, es decir se entremezclan mejor, y no hay diferencias significativas dependiendo de la altitud

(Figura 26). La prueba de ANOSIM corroboró estas diferencias significativas entre la comunidad de Trochilidae a diferente altitud en LA ($R = 1.00$, $p < 0.01$); mientras que, en DM no se mostró diferencias (DM: $R = 0.13$, $p < 0.01$).

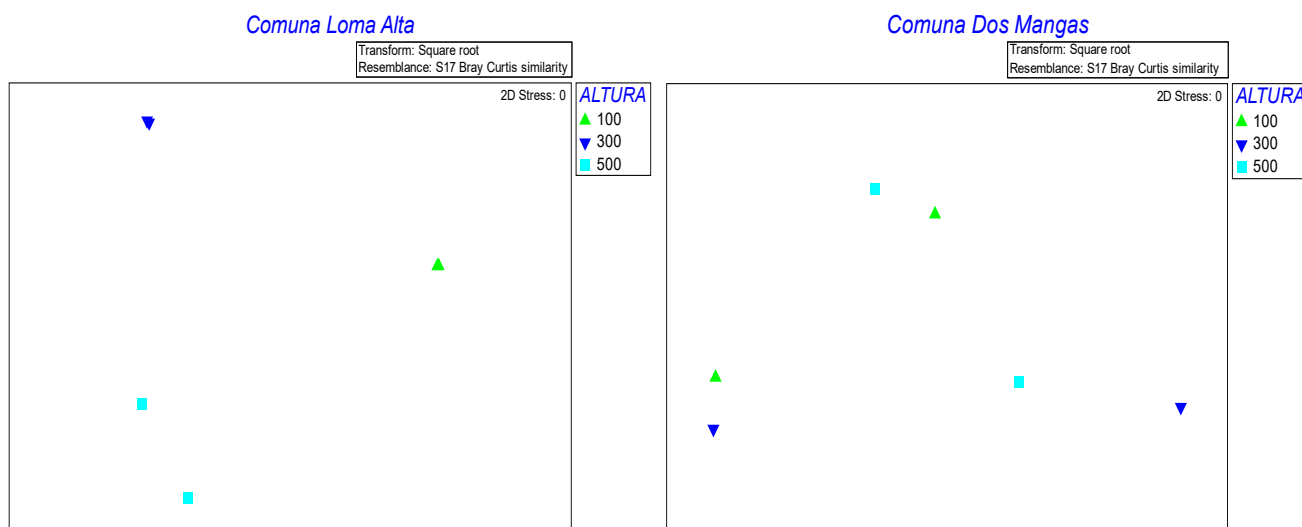


Figura 26. Diagrama de ordenación nMDS de la familia Trochilidae presente en las comunas Loma Alta y Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Descripción de las interacciones ecológicas de la familia Trochilidae

4.1.3.1. Comuna Loma Alta

Se observó un total de 11 especies de Trochilidae que interactuaron con 30 especies vegetales en los tres tipos de bosque de LA. No obstante, se analizó la red de interacción acorde a cada tipo de bosque.

En el bosque seco (100 msnm), el análisis descriptivo de la red de interacción colibrí-planta la conforman seis tipos de colibríes: *Thalurania fannyi* (Ninfa Coroniverde), *Juliamyia julie* (Colibrí Ventrivioleta), *Amazilia amazilia* (Amazilia Ventrirrufa), *Myrmia micrura* (Estrellita Colicorta), *Chaetocercus bombus* (Estrellita Chica) y *Chaetocercus berlepschi* (Estrellita Esmeraldeña) y seis especies arbóreas *Cordia alliodora* (Laurel Blanco), *Inga colonchensis* (Guaba de Machete), *Inga edulis*

(Guaba de Bejuco), *Casearia aculeata* (Espanta Bravo), *Cornutia pyramidata* (Nacedero), *Vitex gigantea* (Pechiche) y *Gallesia integrifolia* (Palo de Ajo).

El número de visitas dentro de la red de interacción animal fue mayor para *Chaetocercus berlepschi* con 70 visitas, *Amazilia amazilia* con 23 y *Myrmia micrura* con 11; mientras tanto, para las especies vegetales fue el *Cornutia pyramidata* con 85, *Inga colonchensis* con 10 e *Inga edulis* con 7 (Anexo16a).

En términos de interacción, se encontró que las especies indicadoras de este ecosistema fueron *Amazilia amazilia*, *Chaetocercus berlepschi* y *Myrmia micrura*, donde el primero interactuó con cinco especies vegetales, el segundo con cuatro y el tercero con tres (Figura 27). Asimismo, desde la perspectiva botánica las plantas que tuvieron mayor interacción fueron *Cornutia pyramidata* con cuatro especies de colibríes e *Inga edulis* con tres, el resto de las especies tuvieron dos o menos (Figura 27).

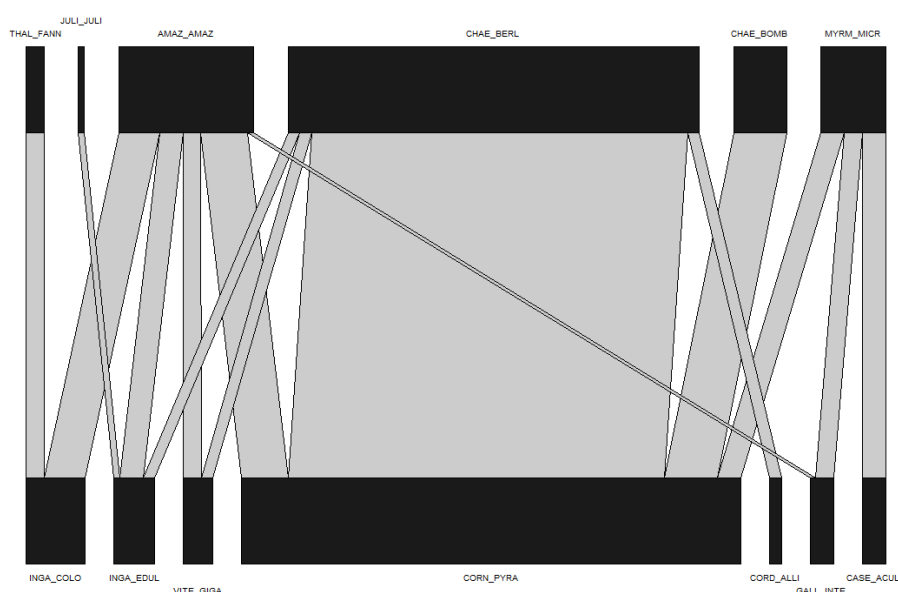


Figura 27. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 100 msnm presentes en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones (Figura 28) para el bosque seco se aprecian la formación de tres módulos de interacción, donde el colibrí *Chaetocercus berlepschi* posee la mayor frecuencia de interacción con el arbusto de *Cornutia pyramidata*.

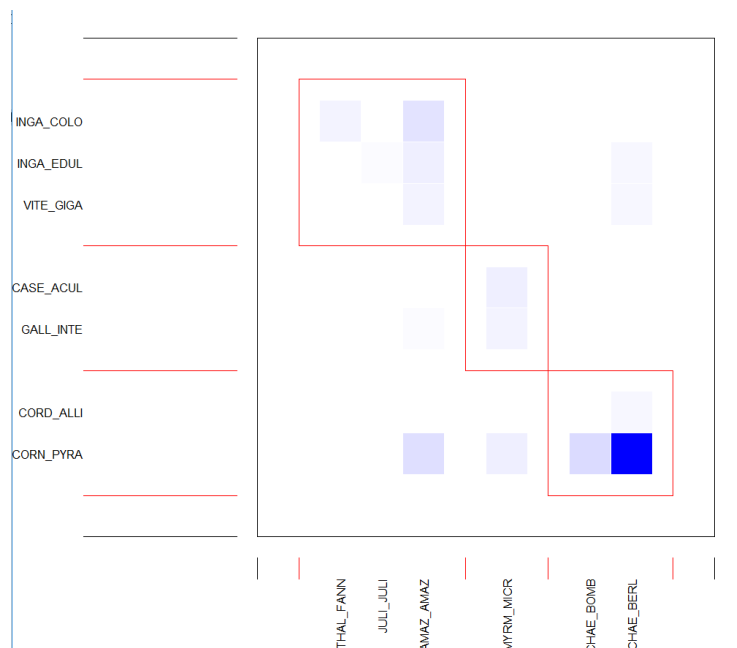


Figura 28. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 100 msnm presente en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

En el bosque de transición (300 msnm), se encontró que la red de interacciones colibrí-planta la forman siete tipos de colibríes como el *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron), *Juliamyia julie* (Colibrí Ventrivioleta), *Amazilia amazilia* (Amazilia Ventrirrufa), *Amazilia tzacatl* (Amazilia Colirrufa), *Adelomyia melanogenys* (Colibrí Jaspeado), *Heliodoxa jacula* (Brillante Coroniverde) y *Chaetocercus berlepschi* (Estrellita Esmeraldeña); mientras tanto, la red de plantas está compuesta por doce especies como *Acalypha cuneata* (Chalá de Montaña), *Cordia alliodora* (Laurel Blanco), *Cordia collococca* (Tutumbe), *Cornutia pyramidata* (Nacedero), *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), *Guzmania lingulata* (Bromelia), *Guzmania monostachia* (Lápiz de Labio), *Inga laurina* (Guaba), *Pithecellobium lanceolatum* (Porotillo) y *Triplaris cumingiana* (Fernán Sánchez).

En referencia al número de visitas o interacción, para los colibríes, fue mayor para el *Amazilia tzacatl* con 36 visitas, *Phaethornis baroni* con 17 y *Chaetocercus berlepschi* con 12; por otra parte, en las plantas fue mayor para *Inga laurina* con 34, *Guzmania monostachia* y *Guazuma ulmifolia* con 9, y *Cornutia pyramidata* con 8 (Anexo 16b).

Las especies claves de la red de interacción fueron, para los colibríes, *Amazilia tzacatl*, *Phaethornis baroni* y *Chaetocercus berlepschi*, los cuales se relacionaron con ocho especies vegetales los dos primeros y cuatro el último. Mientras tanto, para las plantas, fueron *Guzmania monostachia*, *Inga laurina*, *Pithecellobium lanceolatum* y *Guazuma ulmifolia*, cada una con cuatro especies de colibríes excepto la primera con cinco (Figura 29).

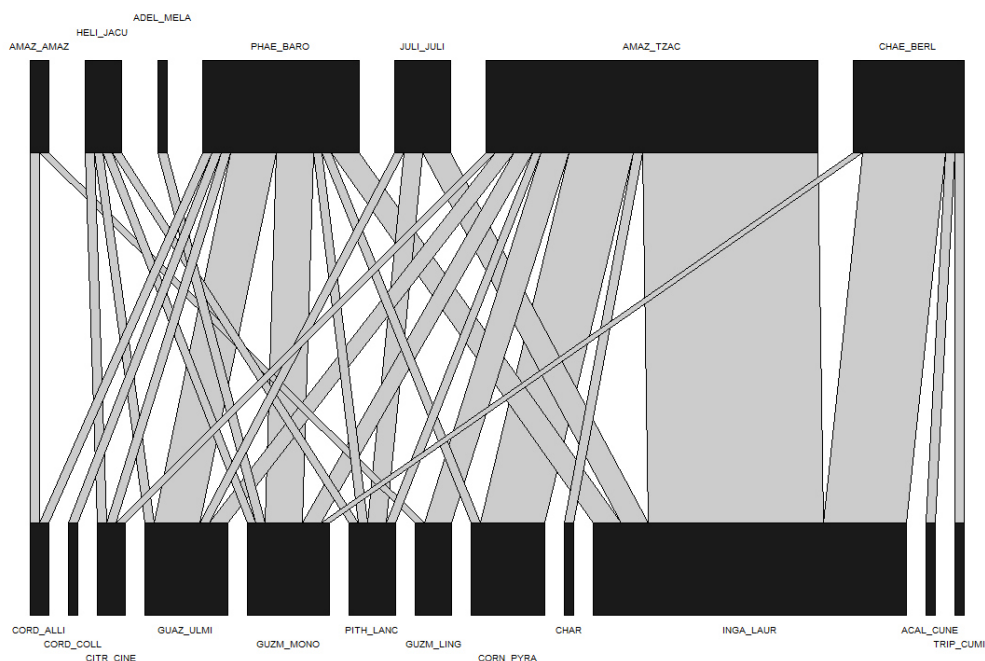


Figura 29. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 300 msnm presentes en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones para el bosque de transición se distingue la formación de cuatro módulos de interacción, donde el colibrí *Amazilia tzacatl* posee la mayor frecuencia de interacción con el árbol de *Inga laurina* y *Cornutia pyramidata* (Figura 30).

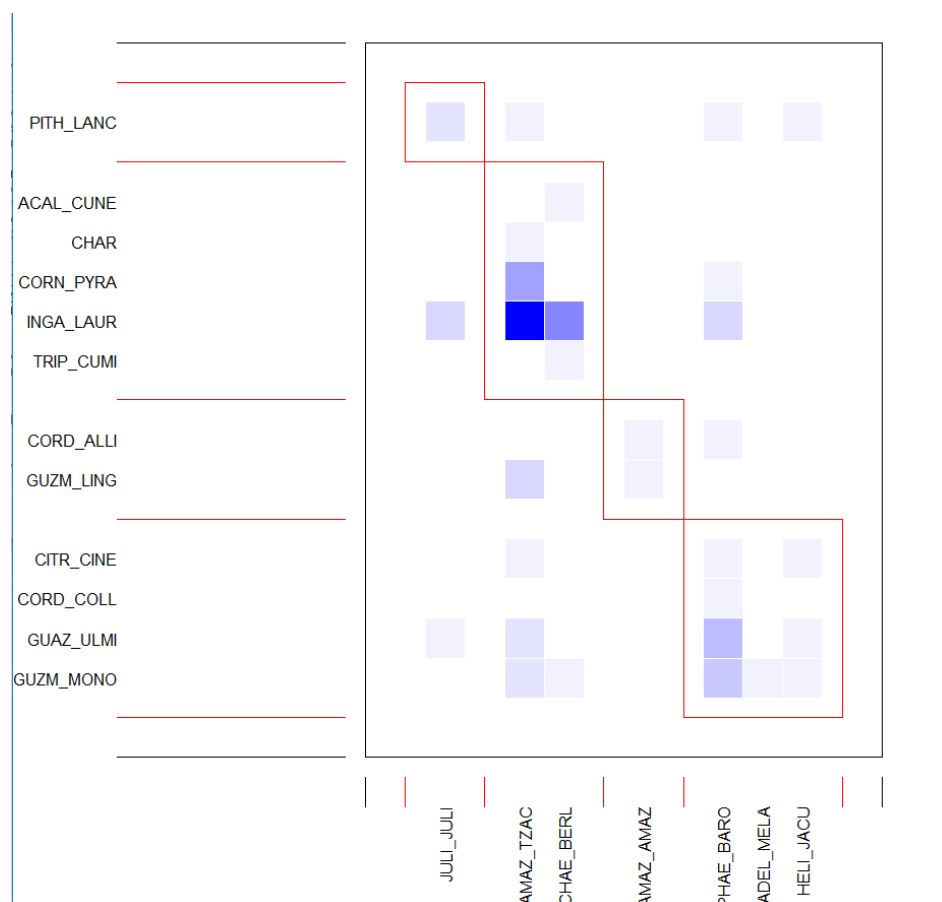


Figura 30. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

En el bosque de garúa (500 msnm), la red de interacciones lo constituyeron cuatro colibríes como *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron), *Thalurania fannyi* (Ninfa Coroniverde), *Amazilia tzacatl* (Amazilia Colirrufa) y *Heliodoxa jacula* (Brillante Coroniverde), y para el componente vegetal fueron seis especies tales como *Beilschmiedia alloiophylla* (María), *Bromelia pinguin* (Piñuela), *Cordia collococca* (Tutumbe), *Gasteranthus oncogastus*, *Grias peruviana* (Aguacatillo) y *Matisia grandifolia* (Molinillo).

El número de visitas para esta red fue dado para *Heliodoxa jacula* con 6 visitas, seguida por *Thalurania fannyi* con 4, y para las especies vegetales *Matisia grandifolia* con 6 y *Bromelia pinguin* con 4 (Anexo 16c).

Las especies claves de este ecosistema fueron el colibrí *Thalurania fannyi*, el cual interactuó con cuatro especies vegetales y la planta *Bromelia pinguin* que se relacionó con tres especies de colibríes (Figura 31).

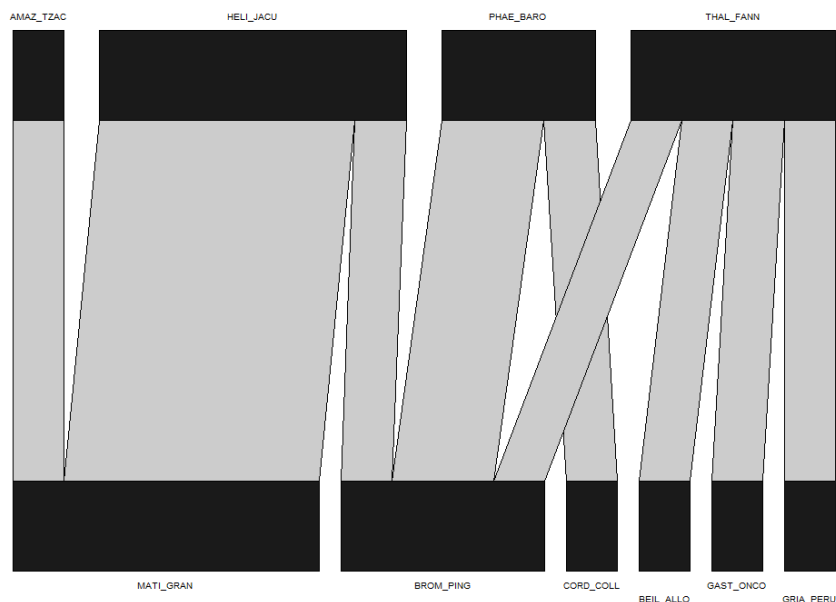


Figura 31. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 500 msnm presentes en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones para el bosque de garúa se observa la formación de tres módulos de interacción, donde el colibrí *Heliodoxa jacula* posee la mayor frecuencia de interacción con el árbol de *Matisia grandifolia* (Figura 32).

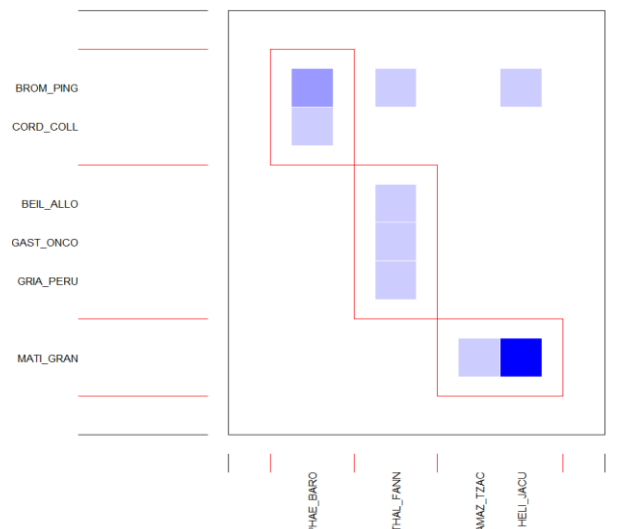


Figura 32. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Loma Alta

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la estructura de las redes de interacciones señaló que, en LA, existe una mayor (0.38) conectividad a 500 msnm y menor (0.36) a 100 y 300 msnm; es decir, el nivel de dependencia es mayor en el bosque de garúa. Asimismo, la asimetría fue mayor (-0.08) a 100 msnm mostrando una interacción fuerte y menor (-0.26) a 300 msnm indicando una interacción débil. La modularidad es mayor (28.70) a 100 msnm y menor (9.52) a 500 msnm señalando que la red en el bosque seco es altamente compartimentada. El grado de especialización es mayor (0.51) a 100 msnm y menor (0.26) a 300 msnm, lo cual indica que existe mayor especialización de nicho en el bosque seco (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estructura de la red de interacciones en Loma Alta

Parámetros estructurales	LOMA ALTA		
	Seco 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm
Conectancia	0.36	0.36	0.38
Asimetría	-0.08	-0.26	-0.20
Modularidad	28.70	25.67	9.52
Grado de especialización (H ₂ ')	0.51	0.26	0.43

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.2. Comuna Dos Mangas

En el bosque semideciduo (100 msnm), el análisis descriptivo de la red la conforman catorce colibríes como *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron), *Phaethornis yaruqui* (Ermitaño de Yaruqui), *Anthracothonax nigricollis* (Mango Gorjinegro), *Thalurania fannyi* (Ninfa Coroniverde), *Juliamyia julie* (Colibrí Ventrivioleta), *Amazilia amazilia* (Amazilia Ventrirrufa), *Amazilia tzacatl* (Amazilia Colirrufa), *Adelomyia melanogenys* (Colibrí Jaspeado), *Heliodoxa jacula* (Brillante Coroniverde), *Heliothryx barroti* (Hada Coronipurpura), *Heliomaster longirostris* (Colibrí Piquilargo), *Myrmia micrura* (Estrellita Colicorta), *Chaetocercus bombus* (Estrellita Chica) y *Chaetocercus berlepschi* (Estrellita Esmeraldeña) y veintidos especies vegetales como *Acalypha cuneata* (Chalá de Montaña), Acanthaceae, Amaranthaceae, Arecaceae, Bambú, *Bursera carcasa*, Cascarillo, *Cordia collococca* (Tutumbe), *Inga colonchensis* (Guaba de Machete), *Cecropia litoralis* (Guarumo), *Guzmania lingulata* (Bromelia), *Guzmania monostachia* (Lápiz de Labio), *Mauria heterophylla* (Manguillo), *Heliconia metalica*, *Heliconia paludigena*, *Heliconia stricta*, *Erythrina velutina*, Estrellita, Mimosaceae, Rubiaceae, *Zanthoxylum riedelianum* (Sasafrás), *Vernonanthura patens* (Chica).

El número de visitas para esta red fue mayor para el colibrí *Phaethornis baroni* con 55 visitas, seguido del *Amazilia amazilia* con 16 y las dos especies de colibríes del género *Chaetocercus* con 13 visitas cada uno; por otra parte, las plantas que más visitas tuvieron fueron *Guzmania monostachia*, *Amaranthaceae* y *Arecaceae* con 41, 15 y 13 respectivamente (Anexo 17a).

Las especies claves de este ecosistema fueron *Phaethornis baroni*, *Amazilia amazilia* y *Heliomaster longirostris* quienes interactuaron con doce, siete y seis especies vegetales, y, desde la perspectiva botánica, las plantas que tuvieron mayor interacción fueron *Guzmania monostachia* y *Erythrina velutina* con siete y cuatro respectivamente (Figura 33).

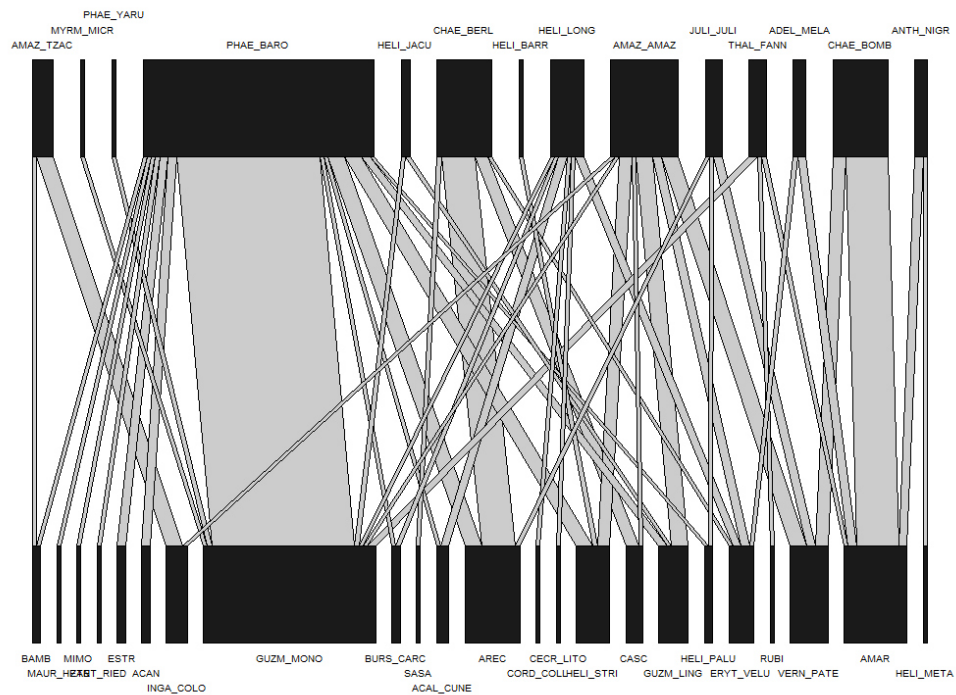


Figura 33. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 100 msnm presentes en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones para el bosque semideciduo se nota la formación de siete módulos de interacción, donde el colibrí *Phathornis baroni* posee la mayor frecuencia de interacción con la epífita *Guzmania monostachia* (Figura 34).

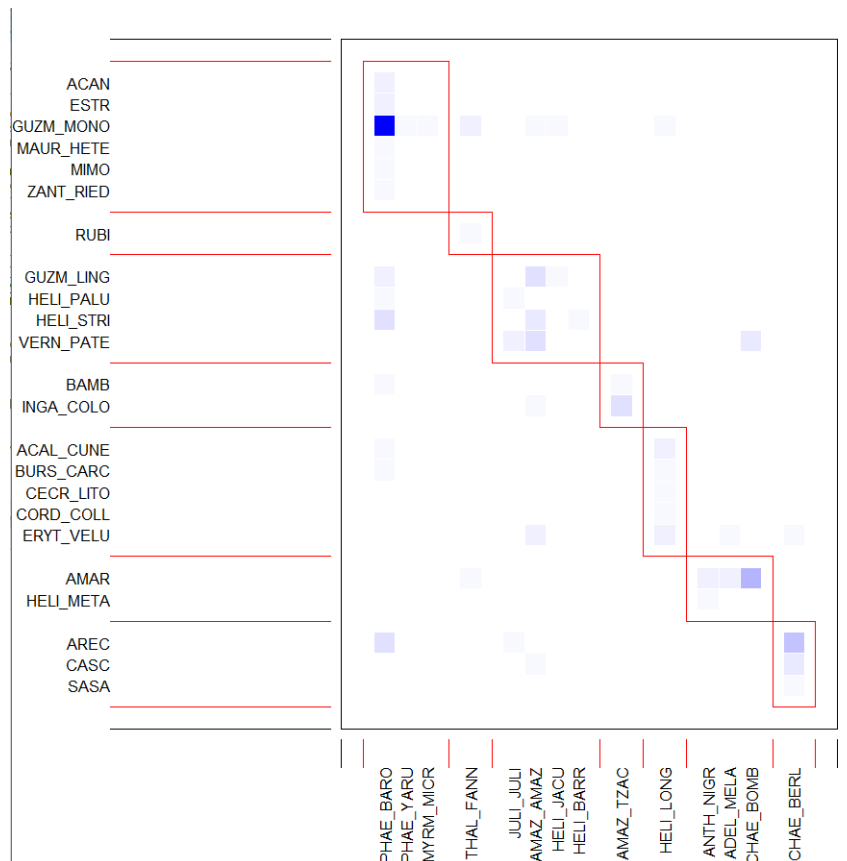


Figura 34. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 100 msnm presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

En el bosque de transición (300 msnm), se encontró que la red de interacciones colibrí-planta la forman diez especies de colibríes tales como el *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron), *Phaethornis yaruqui* (Ermitaño de Yaruqui), *Thalurania fannyi* (Ninfa Coroniverde), *Amazilia amazilia* (Amazilia Ventrirrufa), *Amazilia tzacatl* (Amazilia Colirrufa), *Adelomyia melanogenys* (Colibrí Jaspeado), *Heliodoxa jacula* (Brillante Coroniverde), *Heliothryx barroti* (Hada Coronipurpúra), *Chaetocercus bombus* (Estrellita Chica) y *Chaetocercus berlepschi* (Estrellita Esmeraldeña) conjuntamente con once especies vegetales como *Acalypha cuneata* (Chalá de Montaña), *Aegiphila alba* (Lulú), *Aphelandra attenuata* (Camarón), Bejuco sp., *Cecropia obtusifolia* (Guarumo), *Guzmania monostachia* (Lápis de Labio), *Heliconia stricta*, *Heliocarpus americanus*, *Odontonema cuspidata*, Rubiaceae y *Tabernaemontana amygdalifolia* (Huevo de Chivo).

El número de visitas para esta red fue mayor para el colibrí *Heliodoxa jacula* con 37 visitas y *Phaethornis baroni* con 17 visitas cada uno; por otra parte, las plantas que más visitas recibieron fueron *Odontonema cuspidata* y *Aphelandra attenuata* con 45 y 13 respectivamente (Anexo 17b).

Las especies claves fueron *Phaethornis baroni*, *Heliodoxa jacula* y *Amazilia tzacatl*, los cuales interactuaron con cinco especies de plantas los dos primeros y cuatro el último; mientras tanto, las especies vegetales que tuvieron mayor interacción fueron *Odontonema cuspidata* y *Guzmania monostachia*, quienes se asociaron con ocho y cuatro especies de colibríes respectivamente (Figura 35).

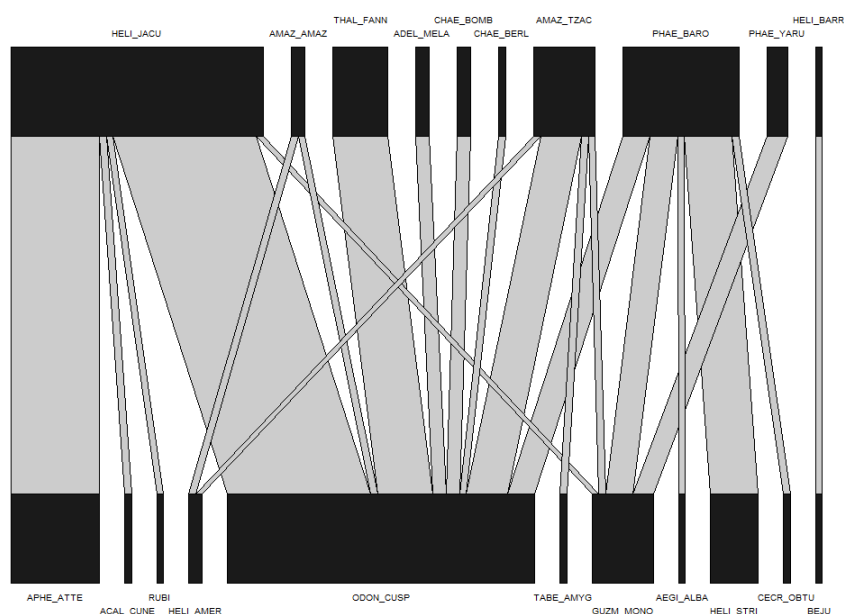


Figura 35. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones para el bosque de transición se advierte la formación de cuatro módulos de interacción, donde el colibrí *Heliodoxa jacula* posee la mayor frecuencia de interacción con el arbusto *Aphelandra attenuata* y *Odontonema cuspidata*. Otras interacciones claras fueron entre el colibrí *Phaethornis baroni* con las especies vegetales de *Guzmania monostachia* y *Heliconia stricta*; así como el *Thalurania fannyi* con *Odontonema cuspidata* (Figura 36).

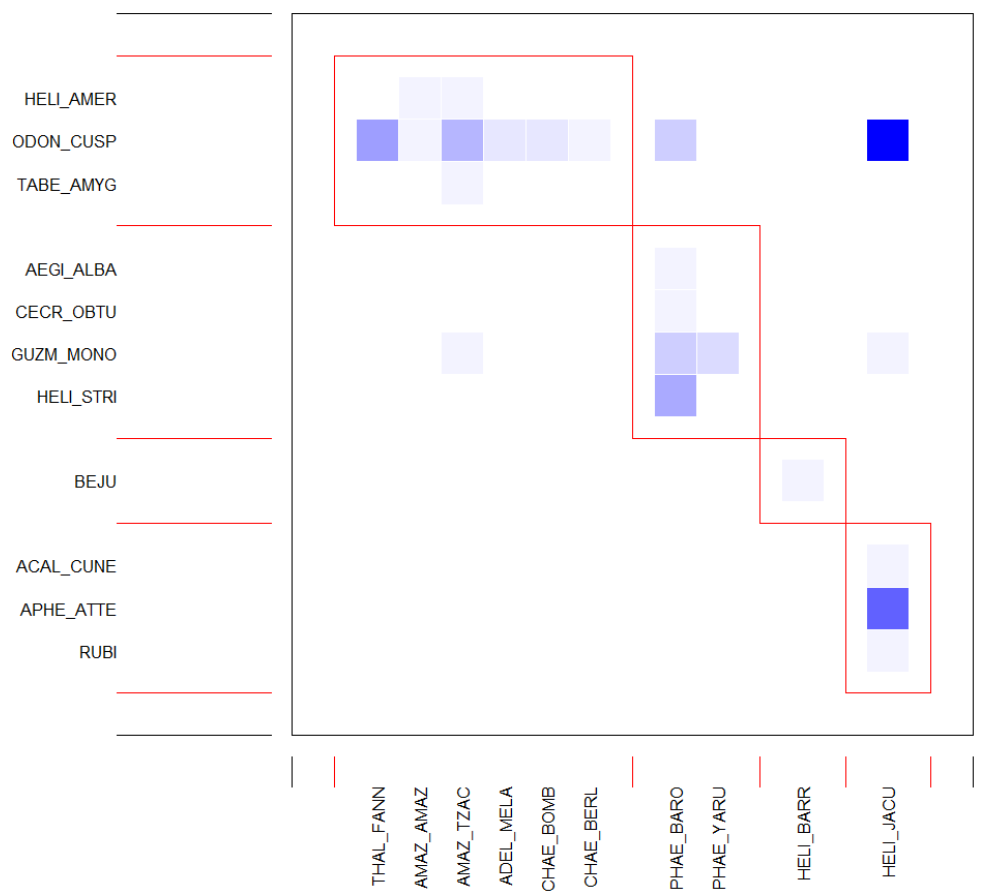


Figura 36. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 300 msnm presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

En el bosque de garúa (500 msnm), la red de interacciones la componen dos especies de colibríes, el *Phaethornis baroni* (Ermitaño de Baron) y *Thalurania fannyi* (Ninfa Coroniverde) y para las plantas fueron cinco especies tales como *Acanthaceae*, *Blakea subconnata*, *Calatea crotalifera*, *Guzmania monostachia* y *Rubiaceae*.

El número de visitas para esta red fue marcado por *Phaethornis baroni* con 5 visitas y para las especies vegetales *Blakea subconnata* con 2 (Anexo 17c).

La especie clave de este ecosistema fue el colibrí *Phaethornis baroni*, el cual interactuó con cuatro especies vegetales; sin embargo, en las plantas todas se relacionaron con las dos especies de colibríes (Figura 37).

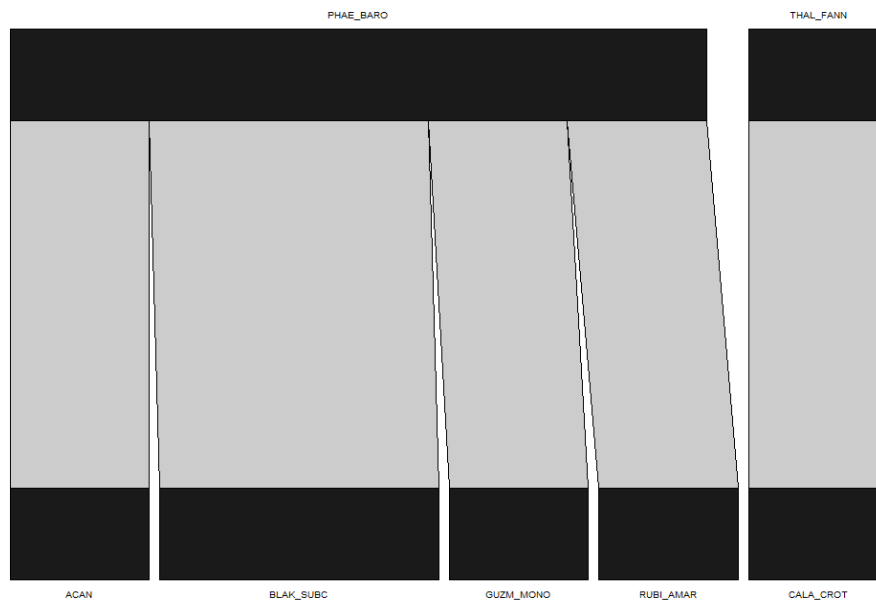


Figura 37. Gráfico bipartito de la red bimodal ponderada de interacciones de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

En la matriz de interacciones para el bosque de garúa se visualiza la formación de dos módulos de interacción, donde el colibrí *Phaethornis baroni* posee la mayor frecuencia de interacción con la epífita *Blakea subconnata* (Figura 38).

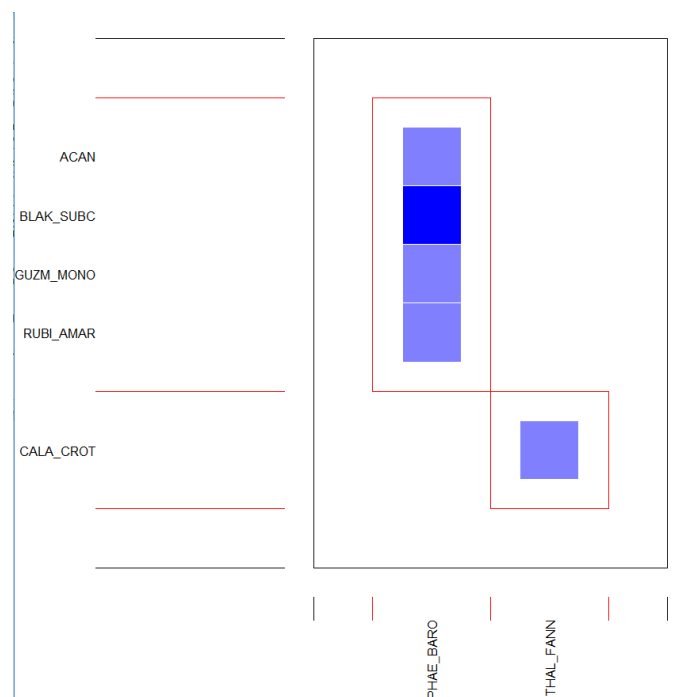


Figura 38. Módulo de la matriz de interacción de la familia Trochilidae a 500 msnm presente en la comuna Dos Mangas

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la estructura evidenció que, en Dos Mangas, existe una mayor (0.50) conectividad a 500 msnm y menor (0.15) para 100 msnm; es decir, el nivel de dependencia es mayor en el bosque de garúa. Asimismo, la asimetría fue mayor (0.43) a 500 msnm mostrando una interacción fuerte y menor (-0.24) a 100 msnm indicando una interacción débil. La modularidad es mayor (22) a 300 msnm y menor (0) a 500 msnm señalando que la red en el bosque de transición es altamente modular. El grado de especialización es mayor (1.0) a 500 msnm y menor (0.40) a 300 msnm, lo cual indica que existe mayor especialización de nicho en el bosque de garúa (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estructura de la red de interacciones en Dos Mangas

Parámetros estructurales	LOMA ALTA		
	Seco 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm
Conectancia	0.36	0.36	0.38
Asimetría	-0.08	-0.26	-0.20
Modularidad	28.70	25.67	9.52
Grado de especialización (H ₂ ')	0.51	0.26	0.43

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. Patrones ecológicos asociados a la familia Trochilidae presentes en la cordillera Chongón Colonche.

Los patrones ecológicos de la familia Trochilidae que se encontraron están asociados a los patrones de distribución espacial observados mediante la riqueza específica y diversidad. Se analizó la diversidad α mediante sus componentes de riqueza (e.g. índice de Margalef), heterogeneidad (e.g. Shannon) y dominancia (e.g. Simpson); mientras que la diversidad β se estimó mediante el índice de Whittaker y su componente de similaridad a través del índice de Jaccard.

4.1.4.1. Patrones de diversidad vegetal

Diversidad alfa. - La diversidad vegetal exhibió un patrón de distribución claro acorde al gradiente altitudinal. La composición y estructura vegetal varía según la altitud acorde a los resultados descriptivos que se presentaron anteriormente. La diversidad alfa difiere por altitud y localidad, pero se complementa entre sus componentes de riqueza, heterogeneidad y dominancia.

La riqueza específica fue mayor a 300 msnm en Loma Alta y a 100 msnm en Dos Mangas. La heterogeneidad fue mayor a 500 msnm en Loma Alta y a 100 msnm en Dos Mangas; mientras que la dominancia de especies fue inversa a la heterogeneidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de la diversidad alfa vegetal en tres gradientes altitudinales

Diversidad Alfa Vegetal	LOMA ALTA			DOS MANGAS		
	Seco 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm	Semidecduo 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm
Taxa_S	17	37	36	45	22	31
Individuals	142	344	379	208	213	390
Margalef	3.23	6.16	5.90	8.24	3.92	5.03
Shannon_H	2.05	2.63	2.84	3.30	2.27	2.62
Dominance_D	0.21	0.14	0.11	0.05	0.19	0.13

Fuente: Elaboración propia

Diversidad beta. – La similitud florística difiere entre ambas localidades según el gradiente altitudinal, la misma que se asocia a la altitud y no entre localidades geográficas. Sin embargo, el análisis multivariado NMDS-ANOSIM mostró que no existen diferencias significativas ($R = -0.037$, $p < 0.01$) entre la vegetación (Figura 39).

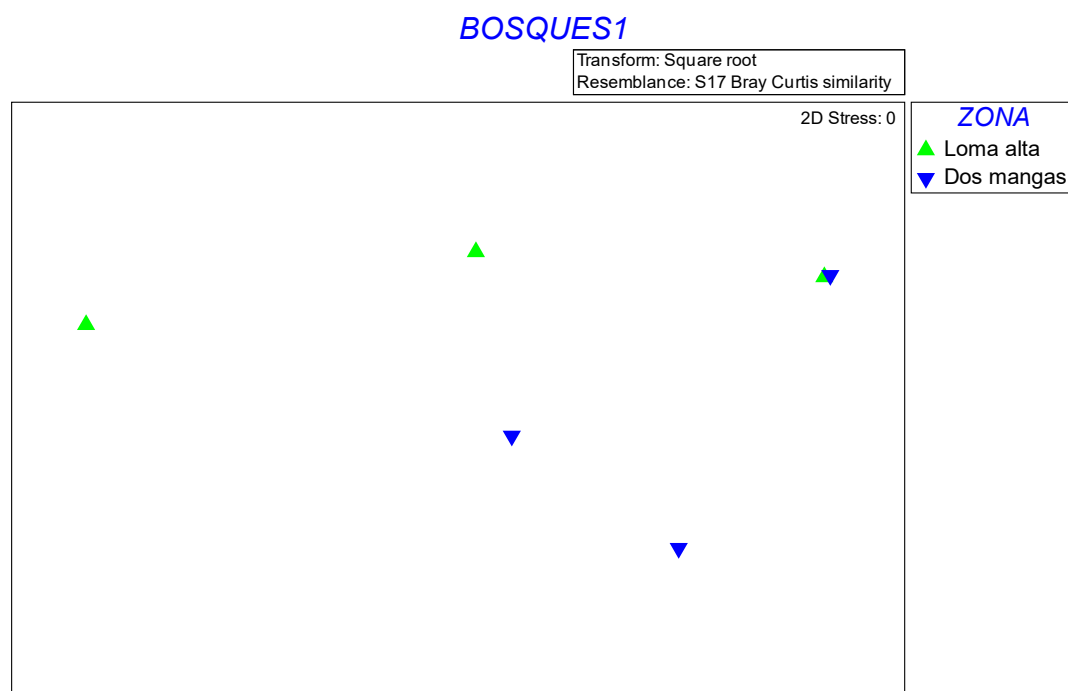


Figura 39. Diagrama de ordenación vegetal en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche

Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico de la estructura comunitaria. – El análisis univariado de la vegetación señaló la normalidad de los datos. El análisis de T-student no mostró diferencias significativas en la riqueza ($T = -0.41$; $p < 0.05$), abundancia ($T = -0.52$; $p < 0.05$), diversidad ($T = -0.67$; $p < 0.05$) y equitatividad ($T = -0.94$; $p < 0.05$) por localidad (Figura 40).

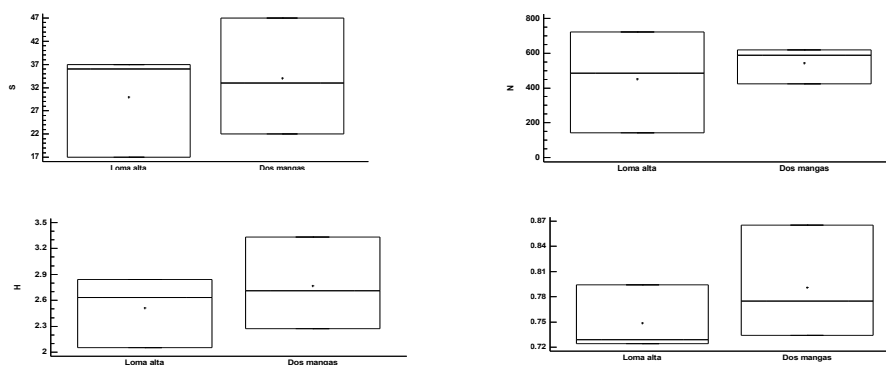


Figura 40. Variación espacial de la estructura comunitaria vegetal según la gradiente altitudinal

Fuente: Elaboración propia

4.1.4.2. Patrones de diversidad de la familia Trochilidae:

Diversidad alfa. - La diversidad de colibríes no presentó un patrón de distribución establecido según el gradiente altitudinal y, por el contrario, se concentró la diversidad a cierta altitud dependiendo de cada localidad. La composición y estructura de la familia Trochilidae no difiere sustancialmente entre localidad o por altitud.

La riqueza específica y heterogeneidad fue mayor a 300 msnm en Loma Alta y a 100 msnm en Dos Mangas. La heterogeneidad fue mayor a 500 msnm en Loma Alta y a 100 msnm en Dos Mangas; mientras que la dominancia de especies fue inversa a la heterogeneidad (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de la diversidad alfa de la familia Trochilidae presente en tres gradientes altitudinales

Diversidad Alfa Trochilidae	LOMA ALTA			DOS MANGAS		
	Seco 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm	Semideciduo 100 msnm	Transición 300 msnm	Garúa 500 msnm
Taxa_S	8	11	10	17	12	11
Individuals	67	124	92	314	120	50
Margalef	1.67	2.08	1.99	2.78	2.30	2.56
Shannon_H	1.82	1.95	1.46	2.14	1.86	1.50
Dominance_D	0.20	0.19	0.38	0.17	0.22	0.40

Fuente: Elaboración propia

Diversidad beta. – El análisis multivariado NMDS-ANOSIM exhibió que no existen diferencias significativas ($R = 0.294$, $p < 0.01$) entre las comunidades de colibríes a diferente altitud o por localidad (Figura 41).

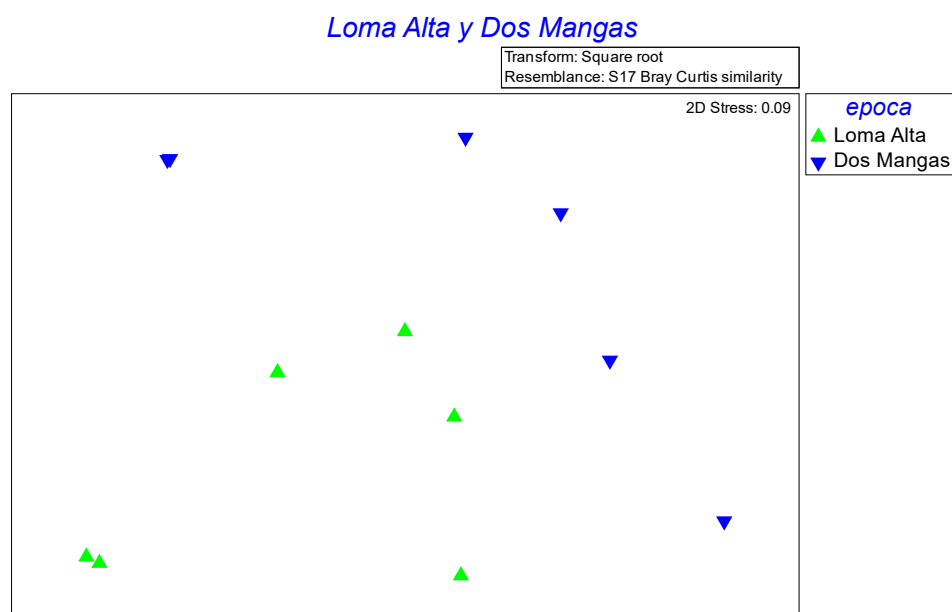


Figura 41. Diagrama de ordenación de la familia Trochilidae registrada en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche

Fuente: Elaboración propia

Análisis estadístico de la estructura comunitaria. – El análisis univariado de la familia Trochilidae por localidad indicó la normalidad de los datos. El análisis de T-student no mostró diferencias significativas en la abundancia ($T = 1.52$; $p > 0.05$), diversidad ($T = 0.67$; $p > 0.05$) y equitatividad ($T = 1.5$; $p > 0.05$), a pesar del comportamiento de las cajas. Sin embargo, la riqueza ($T = 2.52$; $p < 0.05$) si reveló diferencias significativas (Figura 42).

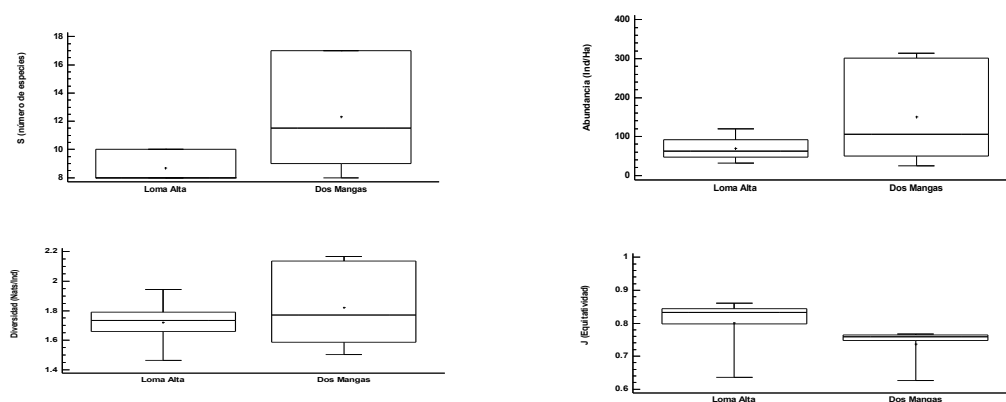


Figura 42. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae según la gradiente altitudinal

Fuente: Elaboración propia

4.2. Verificación de Hipótesis

Hipótesis Específica 1a:

H1a: La diversidad vegetal se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Loma Alta

Acorde al análisis univariado, los datos no cumplieron con una distribución normal, por lo que se aplicó el análisis de Kruskal-Wallis (KW). El análisis de KW mostró diferencias significativas en la riqueza (KW: 22.53; $p < 0.05$), abundancia (KW: 20.33; $p < 0.05$), diversidad (KW: 22.22; $p < 0.05$) y equitatividad (KW: 7.98; $p > 0.05$) por tipo de bosque (Figura 36). En la gráfica se puede observar que la diversidad presenta una ligera tendencia de aumento

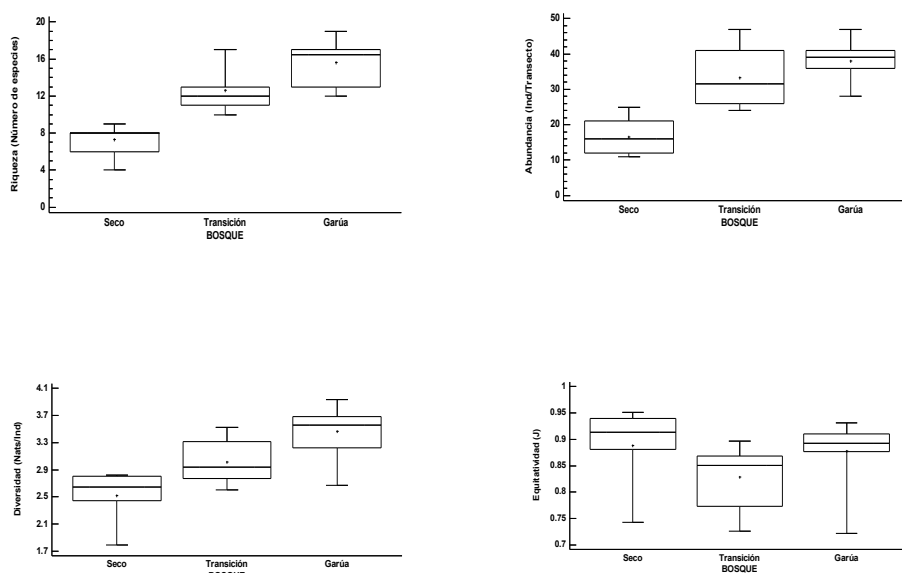


Figura 43. Variación espacial de la estructura comunitaria de la vegetación en la comuna Loma Alta.

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Específica 1b:

H1b: La diversidad vegetal se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Dos Mangas

Acorde al análisis univariado, los datos cumplieron con una distribución normal, por lo que se aplicó el análisis de anova a una vía. El análisis de anova mostró diferencias significativas en la riqueza (F: 9.53; $p < 0.05$), abundancia (F: 11.82; $p < 0.05$), diversidad (F: 7.35; $p < 0.05$) y equitatividad (F: 4.67; $p < 0.05$) por tipo de bosque según la altitud (Figura 37).

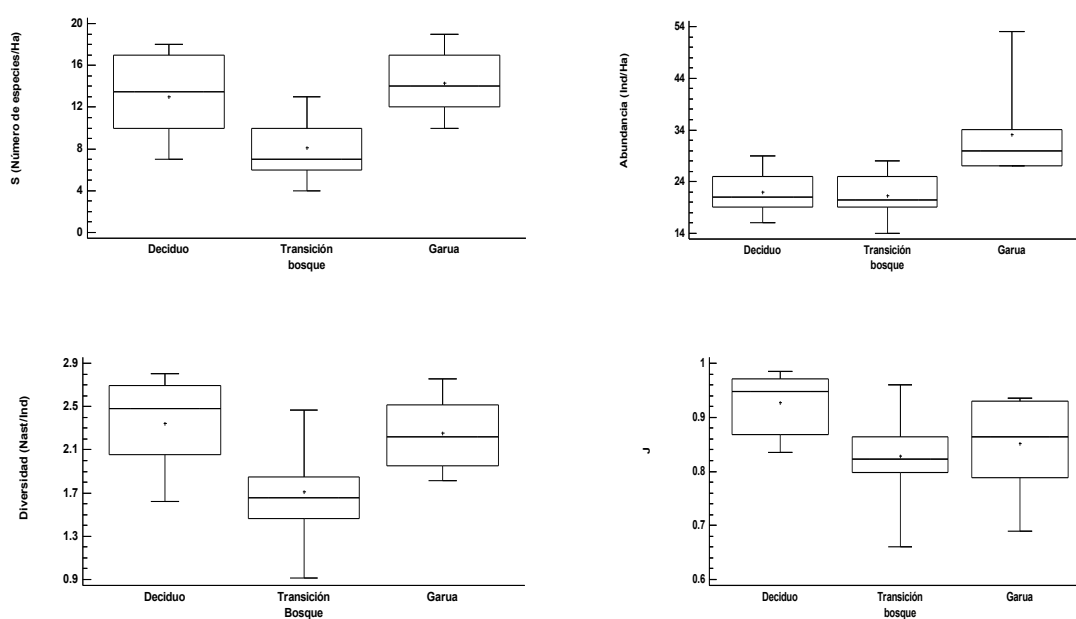


Figura 44. Variación espacial de la estructura comunitaria de la vegetación en la comuna Dos Mangas.

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Específica 2a:

H2a: La diversidad de la familia Trochilidae se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Loma Alta

Acorde al análisis univariado, los datos cumplieron con una distribución normal, por lo que se aplicó el análisis de anova a una vía. El análisis de anova no mostró diferencias significativas en la abundancia ($F: 6.8; p > 0.05$), diversidad ($F: 0.06; p > 0.05$) y equitatividad ($F: 0.8; p > 0.05$) por altitud (Figura 38). En la riqueza no se presenta una varianza ya que el número de especies es el mismo a excepción de 500 msnm.

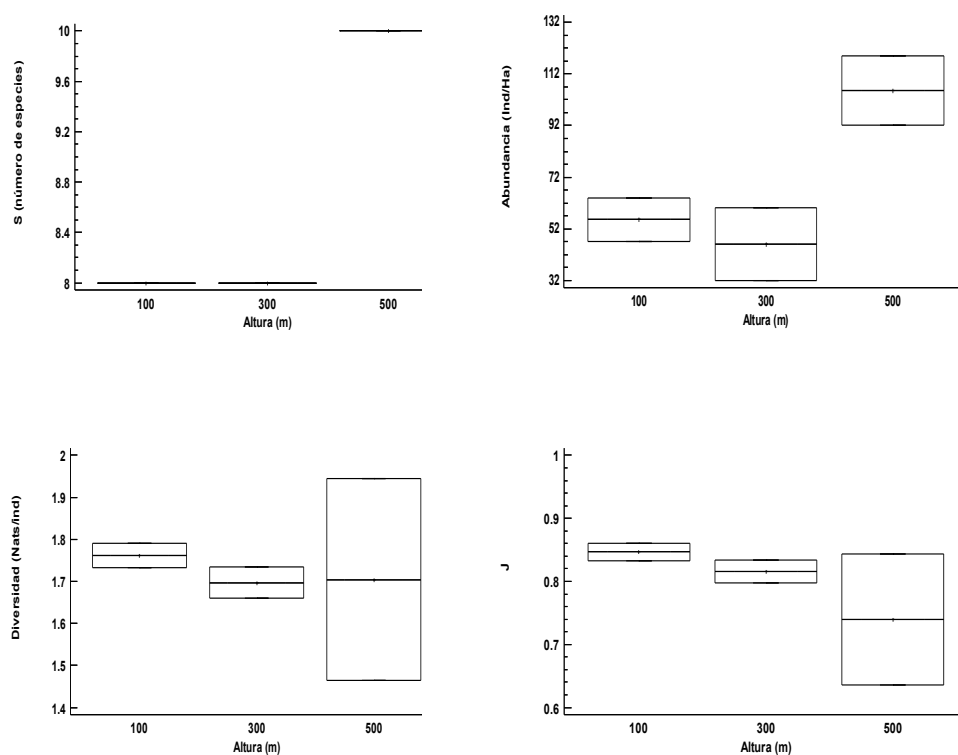


Figura 45. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae en la comuna Loma Alta.

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis Específica 2b:

H2b: La diversidad de la familia Trochilidae se incrementa positivamente con la altitud en la localidad de Dos Mangas

Acorde al análisis univariado, los datos cumplieron con una distribución normal, por lo que se aplicó el análisis de anova a una vía. El análisis de anova no mostró diferencias significativas en la riqueza (F: 0.5; $p > 0.05$), abundancia (F: 0.30; $p > 0.05$), diversidad (F: 0.30; $p > 0.05$) según la altitud (Figura 46).

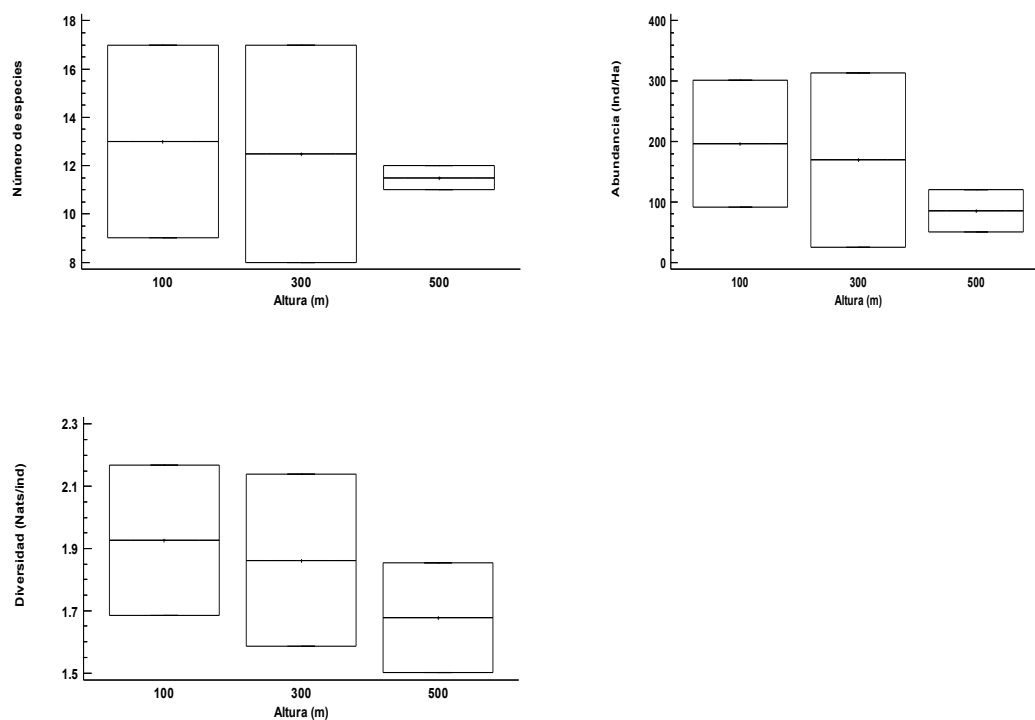


Figura 46. Variación espacial de la estructura comunitaria de la familia Trochilidae en la comuna Dos Mangas.

Fuente: Elaboración propia

4.3. Discusión

Los vacíos de información biológica han caracterizado tanto a los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos [BTES], los mismos que poseen un núcleo biogeográfico o provincia fitogeográfica conocida como costa Pacífico Ecuatorial, dominada por el bosque seco ecuatoriano y compartido con Perú (Linares-Palomino et al., 2010; Espinoza et al., 2012) y a la cordillera Chongón Colonche (Aguirre et al., 2006a; MAE, 2013), la cual se ubica en la costa ecuatoriana; por lo tanto, esta investigación pretende extender el conocimiento de la sinecología en esta región florística.

4.3.1. Caracterización del hábitat de la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche

El presente estudio permitió actualizar el listado de especies, conocer la composición florística y la riqueza específica segmentada por tipo de bosque y aumentó el conocimiento de la vegetación presente en el bosque seco y de garúa tanto de la RECLA como del BPCHC.

La caracterización de los cuatro ecosistemas encontrados en la cordillera Chongón Colonche se asocia al tipo de vegetación existente en el bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01), bosque semideciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01), bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) y bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01), el cual coincide con un trabajo previo del MAE (2013) denominado sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental, el mismo que congrega todas las clasificaciones florísticas y bioclimáticas anteriores (Sierra, 1999; Josse et al., 2003; Aguirre et al., 2006a).

En la RECLA se identificaron tres de los cuatro tipos de vegetación que posee la cordillera Chongón Colonche y esto coincide con el estudio cualitativo de Astudillo et al. (2015) quienes determinaron la presencia del bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (> 200 msnm), el bosque siempreverde estacional

piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (200 – 400 msnm) y el bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (400 – 860 msnm). Del mismo modo, en el BPCHC, sector Dos Mangas, también se registraron tres tipos de ecosistemas reconocidos como bosque semidecuido de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01), bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) y bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01); sin embargo, estos resultados difieren parcialmente con los encontrados por Jadan et al. (2014) el cual, utilizando la técnica de análisis cluster, segregó los ecosistemas según las especies indicadoras (e.g. las tres primeras especies que tengan un mayor IVI) identificando seis diferentes tipos de bosque.

La composición florística, diversidad y endemismo son características comparables con los trabajos de Aguirre et al. (2006a) que registró 275 especies para los bosques secos del Ecuador, Aguirre et al. (2006b) y Linares-Palomino et al. (2010) reportaron 313 especies leñosas para los BTES de Ecuador y Perú, los cuales mencionan que las familias leñosas más numerosas son Leguminosae (Mimosaceae, Caesalpinaceae y Fabaceae) con 70 especies, seguidas por Malvaceae (19 spp), Boraginaceae, Cactaceae y Moraceae (12 spp cada una), y los géneros con más especies son *Senna*, *Mimosa*, *Acacia*, *Inga*, *Bauhinia* y *Caesalpinia* coincidiendo parcialmente con este trabajo debido a que en el año 2016 se realizó una revisión de la taxonomía de la biodiversidad y muchos géneros como familias cambiaron. No obstante, se mantiene la esencia del concepto de que las leguminosas prevalecen en estos ecosistemas (Gentry, 1995; Pennington et al., 2006; Linares-Palomino et al., 2010).

Por el contrario, existen tres trabajos que difieren acerca de la composición florística de los BTES del Pacífico Ecuatorial ubicados en la cordillera Chongón Colonche, ya que acorde a Aguirre et al. (2006a) la vegetación ubicada entre 200 – 1100 msnm se reconoce como Bosque seco semidecuido (sd) con especies características como *Centrolobium ochroxylum*, *Phytolacca dioca*, *Triplaris cumingiana*, *Cochlospermum vitifolium* y *Gallesia integrifolia*; mientras que, los resultados del MAE (2013) señalaron al área > 200 msnm como bosque deciduo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BsPc01) con especies como *Acacia macracantha*, *Bursera graveolens*, *Capparidastrium quinum*, *Ceiba trischistandra*,

Cochlospermum vitifolium y *Libidia glabrata*. Ambos resultados comparten solo tres especies, *Gallesia integrifolia*, *Libidia glabrata* y *Triplaris cumingiana*, de los encontrados en esta investigación.

Asimismo, el estudio de Jadan et al. (2014) agrupa a seis tipos de bosque: 1) Bosque de *Cordia collococca*, *Couepia platycalyx* y *Brosimum alicastrum*; 2) Bosque de *Hyeronima alchornoides*, *Ilex sp* y *Phytelephas ecuatorialis*; 3) Bosque de *Cordia alliodora*, *Tapirira sp* y *Cupania americana*; 4) Bosque de *Nectandra cissiflora*, *Aniba hostmanniana* y *Rauvolfia tetraphylla*; 5) Bosque de *Matisia grandifolia*, *Grias peruviana* y *Turpinia occidentalis*; 6) Bosque de *Carapa guianensis*, *Ocotea cernua* y *Senna mollissima* concordando parcialmente con la composición reportada para el presente estudio debido a la ausencia de algunas especies indicadoras. Aunque, este autor cubrió una mayor superficie de muestreo dentro del BPOCHC.

En cambio, las especies diagnósticas del MAE (2013) para el bosque semidecíduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01), bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) y bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01), en ambas localidades, tuvieron mayores concordancias tanto en familias como especies enlistadas.

Con respecto a la estructura, la distribución horizontal concentra a los individuos en la seis primeras clases, especialmente la primera clase ($\geq 2,5$ a 9,9 cm) que aglomera alrededor del 50% de los individuos y esto es una similitud encontrada con los trabajos de Aguirre et al. (2013) para el Ecuador, y en Perú está Marcelo et al. (2007) en los bosques secos de Jaén y García-Villacorta (2009) en los de Tarapoto, al parecer la presencia de un bosque joven en crecimiento es un indicador de la problemática de conservación que enfrenta los BTES del Pacífico Ecuatorial registrado también por Espinosa et al. (2012).

En referencia a la diversidad, a pesar de que existen referencias puntuales aún estas son escasas para comparar. Los trabajos de Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), Marcelo et al. (2007) y Aguirre et al. (2013), quienes estimaron mediante el índice de Shannon – Wiener la diversidad alfa de los BTES de Ecuador y Perú encontraron

valores medios para sus respectivas áreas, resultados similares a esta investigación ya que los valores oscilan entre 2,05 – 2,85 nats; a excepción del BmPc01 que tiene 3,30 nats.

4.3.2. Determinación de la composición y diversidad de la comunidad de Trochilidae

Los componentes (e.g. composición y riqueza) de la diversidad alfa o beta de la comunidad de Trochilidae no han sido estudiados anteriormente en la cordillera Chongón Colonche y los pocos estudios realizados en el Ecuador, se limita a la región sierra y los bosques montanos (Ortíz-Crespo, 1974; Woods, Ortiz-Crespo & Ramsay, 1998; Nieto & Silva, 2012; Vásquez, 2015; Travez & Yáñez, 2016; Vásquez & Yáñez, 2017). Algunos estudios similares se han realizado en Colombia (Gutierrez & Rojas, 2001; Gutierrez, Rojas-Nossa & Stiles, 2004; Gutiérrez, 2005; Ramírez-Burbano et al., 2007; Parada-Quintero, Alarcón-Jiménez & Rosero-Lasprilla, 2012; Toloza-Moreno, León-Camargo & Rosero-Lasprilla, 2014), Costa Rica (Stiles, 1979) y México (Ortíz-Pulido & Díaz, 2001; Martínez, 2006; Arizmendi et al., 2008; Ortiz-Pulido & Vargas-Licona, 2008; Ortiz-Pulido et al., 2012; Partida et al., 2012; Puch Chávez, Segura & Olguín, 2012); no obstante la composición y diversidad de colibríes son disimiles debido a la vegetación presente.

En la comuna Loma Alta se identificó un total de 13 especies de colibríes en los tres diferentes tipos de bosque, donde el bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BePC02) registró la mayor diversidad según los índices de Margalef, Shannon y Simpson, los mismos que midieron los componentes de riqueza, heterogeneidad y dominancia en la comunidad de Trochilidae. Los meses de mayor abundancia de colibríes fueron el mes de junio para el BsPc01 y el mes de febrero para el BePC02 y BeBc01; aunque se debería acotar que en el mes de enero los registros de colibríes para el BsPc01 ocurrieron fuera de los puntos de conteo, es decir fuera del área protegida y más cercanos al poblado, por ello se excluyeron los datos.

En la comuna de Dos Mangas, se encontró una riqueza de 18 especies de colibríes en los tres diferentes tipos de bosque, donde el bosque semideciduo de la cordillera costera del Pacífico Ecuatorial (BmPC01) registró la mayor diversidad según los

índices de Margalef, Shannon y Simpson midiendo las características de riqueza, heterogeneidad y dominancia en la comunidad de Trochilidae. Los meses de mayor abundancia de colibríes fueron el mes de febrero para el BmPC01 y BeBc01, y el mes de julio para el BePC02; aunque se debería acotar que en el mes de enero por problemas logísticos no se obtuvieron datos en campo.

Las áreas más cercanas para comparar datos fueron realizadas en Perú y Colombia, países con quienes compartimos el hot spot TCM y las EBAs de región Tumbesina y Chocó. A pesar de la alta diversidad de Trochilidae en Perú, el país no tiene muchas investigaciones en colibríes ya que el enfoque ha sido estudiar la avifauna; por ello, el trabajo realizado por Cairampoma & Martel (2012) describiendo los visitantes florales en *Salvia rhombifolia* Ruiz & Pavon en Lima y González & Wethington (2014) sobre la composición de los colibríes y la asociación a los recursos florísticos en los bosques nublados de Manú son una buena referencia.

En términos de riqueza y diversidad, los estudios de González & Wethington (2014) en Perú, León-Camargo (2013) en Colombia y Martínez-García & Ortiz-Pulido (2014) en México enfocados en la familia Trochilidae registraron una riqueza específica menor que los resultados de este estudio.

González & Wethington (2014) observaron 14 especies de colibríes en Manú, de los cuales 4 géneros y 1 especie se comparte con las áreas de RECLA y BPCHC-DM. Por otra parte, León-Camargo (2013) investigó el efecto de la fragmentación sobre la interacción colibrí – flor en tres remanentes de bosque seco tropical [BsT] en el Municipio de Chimichagua – Colombia, pero la riqueza y diversidad del área de estudio fue baja debido a que encontró sólo dos especies de colibríes en cinco meses de muestreo y la única especie compartida fue del género *Phaethornis*, aunque no la misma especie. Los meses de mayor abundancia fueron septiembre, enero y marzo, fechas que no coinciden en nuestra área de estudio. Asimismo, Martínez-García & Ortiz-Pulido (2014), registraron en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán en Hidalgo, México 8 especies de colibríes; por lo tanto, el aporte de este trabajo es relevante para resaltar la diversidad de los BTES de la costa Pacífico Ecuatorial.

4.3.3. Descripción de las interacciones ecológicas de la comunidad de Trochilidae

La red de interacciones colibrí – planta en los BTES del Pacífico Ecuatorial de la cordillera Chongón Colonche no han sido estudiados anteriormente, pero existe un trabajo de Harris et al. (2009) que menciona la distribución, plumaje y estado de conservación del Estrellita Esmeraldeño (*Chaetocercus berlepschi*), especie de colibrí endémica de la costa ecuatoriana. Acorde a Harris et al. (2009), la especie vegetal *Cornutia pyramidata* (Lamiaceae) es la especie más visitada fuera del área de Ayampe ya que, dentro de ella, se registró a *Kohleria spicata*, este resultado coincide con el encontrado por esta investigación en el BsPC01 de la RECLA donde las especies claves de la interacción fueron *Chaetocercus berlepschi* y *C. pyramidata*. El mismo autor mencionó que *Psychotria hazenii* (Rubiaceae) o *Razisea cf. ericae* (Acanthaceae) son los recursos florales más importantes para las especies de colibríes en los bosques de garúa, lo que equivaldría al bosque BeBC01, y que no se registró ningún encuentro durante su investigación, datos que coinciden con los de esta investigación.

La red de interacciones en la RECLA se conformó por 11 especies de colibríes y 30 especies vegetales, mientras que para el BPCHC-DM la red consistió en 14 especies de colibríes y 30 especies de plantas, dichos datos fueron consideradas solo para el período de observación en los puntos de conteo y no se estimaron las interacciones fuera de estos. Los recursos alimenticios más empleados fueron de las familias Acanthaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Fabaceae, Lamiaceae y Leguminosae en ambos sitios. Según los hallazgos de León-Camargo & Rangel-Ch (2015) dos géneros de los recursos alimenticios más importantes, *Handroanthus* & *Aphelandra*, coinciden con los registros de esta investigación. Sin embargo, se debe mencionar que durante el año 2015 que duró el monitoreo mensual, no se observó interacción con la familia Bignoniaceae (e.g. *Handroanthus chrysanthus*) ni Rubiaceae (e.g. *Psychotria spp.*), interacciones que fueron frecuentes durante el año 2014 y quizás se debe a la época de floración de estas especies.

CONCLUSIONES

La presente investigación contribuye al conocimiento sinecológico en la ecología vegetal, animal y en las redes de interacciones de polinización presente en la cordillera Chongón Colonche estrechando así el vacío de información biológica existente, ya que este trabajo es el primer esfuerzo académico-científico por conocer los patrones de distribución espacial de la familia Trochilidae en la provincia de Santa Elena y en la cordillera.

Además, se destaca la contribución del bosque de garúa hacia la diversidad vegetal que presenta la cordillera Chongón Colonche ya que en ellos se distinguen familias de bosque húmedo en un área que biogeográficamente se caracteriza por un clima xérico y una vegetación xerofítica.

La cordillera Chongón Colonche muestra un gran potencial para albergar diversidad vegetal (309 spp.) y animal, enfocada en colibríes (18 spp.). Aunque no se evidenció un patrón claro en la distribución espacial de la diversidad de la familia Trochilidae según el gradiente altitudinal, el hábitat de esta y las redes de interacciones si se distinguieron.

Con relación al primer objetivo, se caracterizó el hábitat de la familia Trochilidae identificando un tipo de vegetación para cada gradiente altitudinal por cada localidad. En Loma Alta se identificó el bosque deciduo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 100 mnsnm, el bosque siempreverde estacional pimontano de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 300 msnm y el bosque siempreverde estacional montano bajo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 500 msnm; mientras que para Dos Mangas se determinó el bosque semideciduo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 100 msnm, el bosque siempreverde estacional pimontano de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 300 msnm y el bosque siempreverde estacional montano bajo de cordillera costera del Pacífico Ecuatorial a 500 msnm.

Es así como, mediante la composición específica del bosque, se identificaron tres tipos de vegetación por localidad, donde Loma Alta obtuvo 283 spp. y Dos Mangas 197 spp. Con los datos de la estructura vegetal, se evidenció la problemática de la conservación de estos bosques ya que se determinó que son bosques secundarios jóvenes en procesos de recuperación afectados, posiblemente, por la tala selectiva.

Asimismo, se analizó la diversidad α vegetal en sus componentes de riqueza, heterogeneidad y dominancia encontrándose que en Loma Alta cada tipo de bosque se destacó por una característica. Por ejemplo, a 100 msnm el bosque seco tuvo dominancia específica alta, a 300 msnm el bosque de transición presentó mayor riqueza específica y a 500 msnm el bosque de garúa obtuvo alta heterogeneidad. Contrariamente, en Dos Mangas, a 100 msnm el bosque semideciduo se caracterizó por alta riqueza específica y mayor heterogeneidad, mientras que a 300 msnm el bosque de transición obtuvo mayor dominancia.

En cuanto a la diversidad β y desde la propiedad de reemplazo, se encontró que la tasa de recambio fue mayor a 100 msnm para ambas localidades; es decir, las especies vegetales tienen un mayor reemplazo en el bosque seco para Loma Alta y en el bosque semideciduo para Dos Mangas.

Desde el componente de similitud florística, se encontró diferencias estructurales en la vegetación existiendo una similitud florística baja entre ellas. La similitud de los bosques entre localidades está asociada al gradiente altitudinal y no al área geográfica; por lo que, la disimilaridad de los bosques es alta y mayor en Loma Alta (85%), mientras que es menor para Dos Mangas (75%).

Con relación al segundo objetivo, se determinó la composición, estructura y diversidad de la familia Trochilidae encontrándose que Dos Mangas concentró el total de las especies reportadas y Loma Alta obtuvo 13 especies. La estructura de la familia Trochilidae se compuso por la abundancia de estos, la cual fue mayor a 100 msnm en Dos Mangas y a 300 msnm en Loma Alta considerándose a *Phaethornis baroni* como la especie más común en ambas localidades.

La diversidad α de Trochilidae, en Loma Alta, fue mayor a 300 msnm en sus componentes de riqueza específica y heterogeneidad, y a 500 msnm para dominancia; mientras que, en Dos Mangas, fue mayor a 100 msnm en sus componentes de riqueza específica y heterogeneidad, y a 500 msnm para dominancia. La diversidad β de la familia Trochilidae en su componente de reemplazo fue mayor a 500 msnm en ambas localidades; en otras palabras, en el bosque de garúa se presenta una mayor tasa de recambio. Entretanto, la similitud comunitaria no presentó diferencias significativas en el análisis mensual para ambas localidades; es decir la similitud entre las especies a diferentes altitudes fue media-alta (60%). Por otra parte, la disimilitud de la comunidad de colibríes entre localidades fue del 50%. Expandiendo los análisis según la estacionalidad, se hallaron diferencias significativas en la similitud comunitaria en la estación seca y la estación húmeda en Loma Alta y por el contrario, no se registró diferencias en Dos Mangas.

A escala local, los resultados acerca de la diversidad α y β sirven de herramienta para la planificación y gestión eficientemente de los recursos biológicos presentes en las áreas protegidas ubicadas en Loma Alta y Dos Mangas. A escala nacional y regional, son la base científica para promover políticas de sostenibilidad y programas de conservación en los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos, en la región biogeográfica Tumbés-Chocó-Magdalena y en la provincia de Santa Elena.

Con relación al tercer objetivo, se determinaron las interacciones ecológicas de la familia Trochilidae en una escala espacial y siguiendo un gradiente altitudinal. Las redes tienen su perspectiva desde la interacción animal, así como vegetal, destacándose cada localidad por poseer una compleja red. De manera general, a escala espacial, en Loma Alta la red de interacciones fue compuesta por 11 spp. de colibríes que interactuaron con 30 spp. de plantas y en Dos Mangas fueron 14 spp. de colibríes interactuando con 22 spp. de plantas, siendo mayor la interacción animal en esta última localidad. Acorde al gradiente altitudinal, en Loma Alta la mayor red de interacciones fue a 300 msnm encontrando que la red animal fue conformada por 7 spp. de colibríes y la red vegetal por 12 spp. de plantas; mientras que, en Dos Mangas fue a 100 msnm con la interacción de 14 spp. de colibríes y 22 spp. de plantas.

De manera específica, las redes de interacciones colibrí-planta tuvieron una conectancia mayor entre ciertas especies creando módulos de interacción que se describen a continuación. En Loma Alta, a 100 msnm, el módulo de interacción más fuerte fue entre el Estrellita Esmeraldeña (*Chaetocercus berlepschi*) y la especie vegetal conocida como Nacedero (*Cornutia pyramidata*); a 300 msnm fue el colibrí Amazilia Colirufa (*Amazilia tzacatl*) con los árboles de Guaba (*Inga laurina*) y Nacedero (*Cornutia pyramidata*); y a 500 msnm fue el colibrí Brillante Coroniverde (*Heliodoxa jacula*) con el árbol de Molinillo (*Matisia grandifolia*). En Dos Mangas, a 100 msnm el módulo de interacción más fuerte fue definida por el colibrí Ermitaño de Baron (*Phathornis baroni*) y la epífita conocida como Lápiz de labio (*Guzmania monostachia*); a 300 msnm el colibrí Brillante Coroniverde (*Heliodoxa jacula*) con los arbustos *Aphelandra attenuata* y *Odontonema cuspidata*; y a 500 msnm el colibrí Ermitaño de Baron (*Phathornis baroni*) con la epífita *Blakea subconnata*.

El análisis de la estructura de las redes de interacciones con respecto a la conectancia fue mayor a 500 msnm tanto en Loma Alta como en Dos Mangas y esto muestra un mayor nivel de dependencia de las relaciones en el bosque de garúa. La asimetría fue mayor a 100 msnm en Loma Alta y a 300 msnm en Dos Mangas mostrando una interacción fuerte en el bosque seco y en el bosque de transición; asimismo, el modularidad fue mayor a 100 msnm en Loma Alta y 300 msnm en Dos Mangas señalando que la red es altamente compartimentada en estos bosques. El grado de especialización es mayor a 100 msnm en Loma Alta y a 500 msnm en Dos Mangas, lo cual indica que existe mayor especialización de nicho en el bosque seco y bosque de garúa respectivamente.

RECOMENDACIONES

Considerando la contribución de esta investigación al conocimiento sinecológico y en función de los resultados obtenidos, se plantean las siguientes sugerencias tanto para los gestores de la conservación a nivel local, provincial, nacional y regional, así como para los futuros investigadores.

A los gestores ambientales, especialmente a las autoridades locales responsables de las áreas protegidas, se les recomienda:

- Continuar con la conservación de los recursos naturales, enfocados en el bosque, para asegurar la integridad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos que benefician directamente las poblaciones humanas locales ya que en esta investigación se resalta la alta diversidad vegetal y de la familia Trochilidae, así como las redes de interacción colibrí-planta.
- Establecer un corredor ecológico entre las comunas de Loma Alta y Dos Mangas para favorecer la conectividad y el flujo de las especies ya que en esta investigación se destaca la alta diversidad vegetal que se complementa con el gradiente altitudinal y en una escala espacial.
- Diversificar los mecanismos financieros y enfocarlos hacia los servicios ambientales culturales para disminuir la presión antrópica sobre los recursos naturales.
- A las autoridades provinciales y nacionales comprometidas con la conservación del patrimonio natural, se les sugiere:
- Impulsar la conservación de los bosques en la provincia de Santa Elena y hacer de esto una prioridad en la agenda local, provincial y nacional para proteger un remanente ecosistémico diverso, continuo y representativo del hot spot Tumbes-Chocó-Magdalena.
- Fortalecer las capacidades locales de planificación y administración de los recursos para mejorar la gestión ambiental y convertirla en un manejo eficiente y sostenible.

- Inducir procesos de gobernanza participativa ambiental promoviendo criterios de diversidad, inclusión y equidad para mejorar la conservación mediante uso y que sea una experiencia exitosa para la región.
- Fomentar la investigación científica para mejorar las políticas ambientales basándose en criterios científicos.
- Apoyar a la academia a que se efectúen más investigaciones en el área de la cordillera Chongón Colonche para así estrechar el vacío de información biológica que se tiene en el área.
- A los investigadores científicos, actuales y futuros, se les recomienda
- Impulsar programas de monitoreo de la biodiversidad a largo plazo tomando a esta investigación como línea base para analizar los cambios de la diversidad vegetal, animal y las redes de interacciones planta-animal en una escala temporal.
- Desarrollar programas y proyectos multi y transdisciplinarios que permitan obtener una visión integral y sostenible para apoyar la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACBIO. (2012). Plan de acción del biocorredor Chongón Colonche. Biocorredores para el Buen Vivir. FIDES, SGP, GEP, UNDP. [http://www.fundacion-fides.com/uploads/5/7/2/8/57280285/acbio_biocorredor_agroforestal_cafe_cao_\(pl\).pdf](http://www.fundacion-fides.com/uploads/5/7/2/8/57280285/acbio_biocorredor_agroforestal_cafe_cao_(pl).pdf)
- Ágreda A. 2012. Checklist de las Aves de la Cordillera Chongón Colonche y Áreas Protegidas en la Provincia del Guayas, Santa Elena y Manabí. The Nature Conservancy, Aves & Conservación–Birdlife International en Ecuador.
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez, O. (2006a). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 2006, 162-187.
- Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P. (2006b). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa*, 13(2), 324-350.
- Aguirre, Z. (2013). *Guía de Métodos para Medir la Biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja.
- Aguirre, Z. Betancourt, Y., Geada, G. & Jasen, H. (2013) Composición Florística y estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Avances*, 15(2), 144-155.
- Aizen, M. A., Vázquez, D. P., & Smith-Ramírez, C. (2002). Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de historia natural*, 75(1), 79-97. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2002000100008>
- Amaya, M. (1991). Análisis palinológico de la flora del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas) visitada por colibríes (Aves: Trochilidae) [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Nacional de Colombia.
- Amaya, M., Stiles, F. G. & Rangel, J.O. (2001). Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia*, 23(1), 301-322.

- Anderson, S. H., Kelly, D., Ladley, J. J., Molloy, S., & Terry, J. (2011). Cascading Effects of Bird Functional Extinction Reduce Pollination and Plant Density. *Science*, 331(6020), 1068-1071. <https://doi.org/10.1126/science.1199092>
- Andrén, H. (1994). Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. *Oikos*, 71(3), 355-366. <https://doi.org/10.2307/3545823>
- Andrén, H. (1996). Population Responses to Habitat Fragmentation: Statistical Power and the Random Sample Hypothesis. *Oikos*, 76 (2), 235-242. <https://doi.org/10.2307/3546195>
- Andrén, H. (1997). Habitat Fragmentation and Changes in Biodiversity. *Ecological Bulletins*. 46, 171-181.
- Andrén, H. (1999). Habitat Fragmentation, the Random Sample Hypothesis and Critical Thresholds. *Oikos*, 84(2), 306-308. <https://doi.org/10.2307/3546726>
- Aragón, E., Garza, A., González, S. & Luna, I. (2010). Composición y estructura de las comunidades vegetales del rancho El Duranguense, en la sierra Madre Occidental, Durango, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 771–787. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2010.003.648>
- Arizmendi, M., López-Saut, E., Monterrubio-Solís, C., Juárez, L., Flores-Moreno, I., & Rodríguez-Flores, C. (2008). Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la ciudad de México. *Ornitología Neotropical*, 19(Suppl), 491-500.
- Arizmendi, M.C., & Berlanga, H. (2014). *Colibríes de México y Norteamérica*. CONABIO. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.112129>
- Ashworth, L., & Martí, M. (2011). Forest Fragmentation and Seed Germination of Native Species from the Chaco Serrano Forest. *Biotropica*, 43(4), 496-503. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00721.x>

- Astudillo, E. (2010). *El desarrollo sostenible comunitario en un ENP con alto interés científico: El caso de la Comuna Loma Alta y su Reserva Ecológica* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Madrid.
- Astudillo, E., Pérez, J., & Fabara, M. (2015). Árboles y arbustos: una relación con la avifauna. Universidad Espíritu Santo-Ecuador.
- Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(1), 1-25.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- Atwood, J.L., Fitz, V. & Bamesberger, J. (1991). Temporal patterns of singing activity at leks of the White-bellied Emerald. *The Wilson Bulletin*, 103(3), 373-386.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B.E. (2013). *Biología: la vida en la tierra con fisiología*. Pearson Educación.
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Mersey, B. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?. *Nature*, 471(7336), 51-57. <https://doi.org/10.1038/nature09678>
- Barrer, S. E. (2009). El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Revista Biotecnología*, 7(1), 123-132.
- Bascompte, J., Jordano, P., Mellán, C.J., & Olesen, J.M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(16), 9383-9387.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1633576100>
- Bascompte, J. (2007). Networks in ecology. *Basic and Applied Ecology*, 8(6), 485-490. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2007.06.003>
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and*

Systematics, 38, 567-593.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>

Bascompte, J., & Jordano, P. (2008). Redes mutualistas de especies. *Investigación y Ciencia*.

Bascompte, J. & Jordano, P. (2014). *Mutualistic networks*. Princeton University Press.

Becker, C. D., Bonifaz, C., & Nathan, C. (1995). The people of Loma Alta and their Protective Forest in the Chongon-Colonche Mountains of Ecuador. People Allied for Nature.

Becker, C. D. (1999). Protecting a Garua Forest in Ecuador: The role of institutions and ecosystem valuation. *Ambio*, 28, 156-161.

Becker, D., Agreda, A., Richter, A., & Rodriguez, O. (2000). Interesting Bird Records from the Colonche Hills, Western Ecuador. *Cotinga*, 13, 55-58.

Becker, C. D. (2003). Grassroots to Grassroots: Why Forest Preservation was Rapid at Loma Alta, Ecuador. *World Development*, 31(1), 163-176.
[https://doi.org/10.1016/s0305-750x\(02\)00178-x](https://doi.org/10.1016/s0305-750x(02)00178-x)

Becker, C., Agreda, A., Astudillo, E., Costantino, M., & Torres, P. (2005). Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador: Enhanced social capital and institutional cooperation. *Biodiversity & Conservation*, 14(11), 2695-2707. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-8402-1>

Becker, C. D., Richardson, E. A., & Brown, S. J. (2007). MtDNA haplotypes, sequence divergence, and morphological variation in Gray-breasted Wood Wrens (*Henichorina leucophrys*) and their conservation implications. *Journal of Field Ornithology*, 78(2), 117-123. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2007.00095.x>

Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.

- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación
- BirdLife International & Conservation International. (2005). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).
- BirdLife International. (2019). Endemic Bird Areas factsheet: Tumbesian region [Fact sheet]. <http://datazone.birdlife.org/eba/factsheet/47>
- BirdLife International. (2019). Species factsheet [Fact sheet]. <http://www.birdlife.org>
- BirdLife International. (2017). Important Bird Areas factsheet: Bosque Protector Chongón Colonche [Fact sheet]. <http://birdlaa8.miniserver.com/dz2/site/factsheet/bosque-protector-chong%C3%B3n-colonche-iba-ecuador>
- Blanco, N., & Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19(45), 97-111.
- Blüthgen, N., Menzel, F., & Blüthgen, N. (2006). Measuring Specialization in Species Interaction Networks. *BMC Ecology*, 6(9), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>
- Bojorges, J.C., López-Mata, L., Tarango-Arámbula, L.A., Herrera-Haro, J.G. & Mendoza-Martínez, G.D. (2006). Combinación de métodos para registrar la riqueza de especies de aves en ecosistemas tropicales. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 22(2), 111-118
- Bonifaz, C., & Cornejo, X. (2004). Flora del Bosque de Garúa (árboles y epifitas) de la Comuna Loma Alta, cordillera Chongón Colonche, provincia del Guayas, Ecuador. Missouri Botanical Garden Press.

- Boyer, J., Fourqrean, J. & Jones, R. (1997). Spatial characterization of water quality in Florida Bay and Whitewater Bay by multivariate analyses: zones of similar influence. *Estuaries*, 20, 743–758. <https://doi.org/10.2307/1352248>
- Bremer, B., Bremer, K., Chase, M., Fay, M., Reveal, J., Soltis, D. et al. (2009). An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161(2), 105–121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Bronstein, J. L., Alarcón, R., & Geber, M. (2006). The evolution of plant–insect mutualisms. *New Phytologist*, 172(3), 412–428. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01864.x>
- Bronstein, J. L. (2009). The evolution of facilitation and mutualism. *Journal of Ecology*, 97(6), 1160–1170. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01566.x>
- Brosi, B., & Briggs, H. (2013). Single pollinator species losses reduce floral fidelity and plant reproductive function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(32), 13044–13048. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307438110>
- Brunet, I., & Bocker, R. (2015). Desarrollo sostenible, humano y endógeno. *Estudios Sociológicos*, 33(98), 311–335. <https://doi.org/10.24201/es.2015v33n0.4>
- Burbano, J. (2012). Evaluación de la hipótesis de co-evolución morfológica pico colibrí-corola planta en un sistema colibrí-flor alto andino en el sur de Colombia (Volcán Galeras) [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad de Nariño.
- Burbano, J. (2013). ¿Co-evolución morfológica entre los picos de colibríes y las corolas de las plantas?. *BIOCYT*, 6(20), 398–409.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. (1986). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford Press

- Buzato, S., Sazima, M., & Sazima, I. (2000). Hummingbird- Pollinated Floras at Three Atlantic Forest Sites 1. *Biotropica*, 32(4b), 824-841.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00621.x>
- Cairampoma, L., & Martel, C. (2012). Floral visitors in *Salvia rhombifolia* Ruiz & Pavon (Lamiaceae) in Lima Perú: A bee-pollinated species. *Biologist (Lima)*, 10(2), 97-103.
- Cagnolo, L. & Valladares, G. (2011). Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Ecosistemas*, 20 (2), 68-78.
- Cámara, R., & Díaz, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y Caméfitos (I): Fundamentos metodológicos. *Estudios Geográficos*, 74(274), 67-88. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201303>
- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34 (2), 25-42. https://doi.org/10.5209/rev_aguc.2014.v34.n2.47071
- Cardozo, J., Fajardo, D., Torres, S., & Sepúlveda, M. (2018). Análisis de la Interacción planta-colibrí en la reserva Mirador Recreo: una perspectiva coevolutiva. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(30), 114-120.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). PRIMER V6: use manual - tutorial. Plymouth Marine Laboratory.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation*, 2nd Ed. Primer-E.
- Clemente, J. F. (2014). *Diseño de un plan estratégico de marketing turístico para la comunidad de Dos Mangas, de la parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, año 2014* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), 1-5.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>
- Cerda, H. (1998). *Los elementos de la investigación*. El Búho LTDA.
- Cervantes, M., & Hernández, M. (2015). *La biología como ciencia*. Editorial Patria.
- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 345, 101–118. <https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091>
- Contreras, R., Luna, I., & Morrone, J. J. (2001). Conceptos biogeográficos. *Elementos Revista de Ciencia y Cultura*, 41(8), 33-37.
- Cooper, M. (1999). El país de los picaflores. *Ecuador Terra Incógnita*, 4.
http://www.terraecuador.net/revista_4/4_picaflores.htm
- Córdova, M., & Fajardo, P. (2018). Efectos de la disponibilidad de *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. (Proteaceae) en las redes de interacción de polinización de colibríes en matorrales montano andinos al sur del Ecuador [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad del Azuay.
- Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451-460. <https://doi.org/10.2307/1930167>
- Crovello, T. J. (1981). Quantitative biogeography: an overview. *Taxon*, 30(3), 563-575. <https://doi.org/10.2307/1219938>
- Crisci, J.V., & Morrone, J.J. (1992). Panbiogeografía y biogeografía cladística: Paradigmas actuales de la biogeografía histórica. *Ciencias* 6, 87-97.
- Cuartas-Hernández, S. & Medel, R. (2015). Topology of plant-flower-visitor networks in a tropical mountain forest: Insights on the role of altitudinal and temporal variation. *PloS one*, 10 (10): e0141804.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141804>

- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., Freile, J., & Torres, O. (2015). *Áreas prioritarias para la conservación del Ecuador continental*. MAE.
- Cun, P. (2012). *Evaluación de la efectividad de manejo del Bosque Protector Cerro Blanco (BPCB) como estrategia en la planificación y gestión de la Reserva (Provincia del Guayas-Ecuador)* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Guayaquil.
- Curtis, J.T., & McIntosh, R.P., 1951. An upland continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32, 476–496.
<https://doi.org/10.2307/1931725>
- Curtis, J. 1959. *The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities*. University of Wisconsin Press.
- De Araújo, F. P., Almeida, A. A., & Oliveira, P. E. (2011). Floral resources and hummingbirds on an island of flooded forest in Central Brazil. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(9), 827-835.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2011.04.001>
- Díaz-Valenzuela, R. (2016). *Historia natural, ecología y análisis de la interacción planta-colibrí en un paisaje mexicano, bajo dos aproximaciones teóricas: escalamiento en ecología y redes de interacciones complejas* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Alicante.
- Dodson, C. H., & Gentry, A. H. (1978). Flora of the Río Palenque Science Center, Los Ríos, Ecuador. *Selbyana*, 4.
- Dodson, C. H., Gentry, A. H., & Valverde, F.M. (1985). *Flora de Jauneche*. Banco Central del Ecuador.
- Dodson, C., & Gentry, A. (1991). Biological Extinction in Western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 78(2), 273-295.
<https://doi.org/10.2307/2399563>

- Dormann, C.F., Gruber, B. & Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News*, 8(2), 8-11.
- Dyrce, A., & Greeney, H. (2008). Observations on the breeding biology of Bronzy Inca (*Coeligena coeligena*) in northeastern Ecuador. *Ornitologia Neotropical*, 19, 565-571.
- Echeverry, D., & Harper, G. J. (2009). Fragmentación y deforestación como indicadores del estado de los ecosistemas en el Corredor de Conservación Choco-Manabí (Colombia-Ecuador). *Recursos Naturales & Ambiente*, 58, 78-88.
- Espíndola, M. F. (2013). *Modelamiento del hábitat potencial actual y futuro del zamarrillo Pechinegro Eriocnemis nigrivestis (Bourcier & Mulsant, 1852) en la Sierra Norte del Ecuador Continental* [Tesis de pregrado no publicada]. Escuela Superior Politécnica del Ejército.
- Espino-Espino, J., Rosas, F., & Cuevas-García, E. (2014). Variación temporal de visitantes florales en dos especies simpátricas de *Salvia* con floración simultánea y síndrome de polinización contrastante. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1), 161-166. <https://doi.org/10.7550/rmb.35248>
- Espinosa, C. I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2), 167-179.
- Espinosa, D., Aguilar, C., & Escalante, T. (2001). Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. En J. Llorente-Bousquets, & J.J. Morrone. (Eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 31-37). Prensa de Ciencias, UNAM.
- EUROPARC – España. (2009). Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. 86 páginas. FUNGOBE Madrid.

- Fahrig, L. (1997). Relative Effects of Habitat Loss and Fragmentation on Population Extinction. *The Journal of Wildlife Management*, 61(3), 603-610.
<https://doi.org/10.2307/3802168>
- Fahrig, L. (1998). When does fragmentation of breeding habitat affect population survival?. *Ecological Modelling*, 105 (2-3), 273-292.
[https://doi.org/10.1016/s0304-3800\(97\)00163-4](https://doi.org/10.1016/s0304-3800(97)00163-4)
- Fahrig, L. (2001). How much habitat is enough?. *Biological Conservation*, 100(1), 65-74. [https://doi.org/10.1016/s0006-3207\(00\)00208-1](https://doi.org/10.1016/s0006-3207(00)00208-1)
- Fahrig, L. (2002). Effects of Habitat Fragmentation on the Extinction Threshold: A Synthesis. *Ecological Applications*, 12(2), 346-353.
[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2002\)012\[0346:cohfot\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[0346:cohfot]2.0.co;2)
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Feinsinger, P. (1976). Organization of a tropical guild of nectarivorous birds. *Ecological monographs*, 46(3), 257-291.
<https://doi.org/10.2307/1942255>
- Feinsinger, P. (1990). Interacciones entre plantas y colibríes en selvas tropicales. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Córdoba*, 59(1-2), 31-54.
- Feinsinger, P., & Colwell, R. K. (1978). Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist*, 18(4), 779-795.
<https://doi.org/10.1093/icb/18.4.779>
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 375-403.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>

- Fernández, M. J., Dudley, R., & Bosinovic, F. (2011). Comparative Energetics of the Giant Hummingbird (*Patagonia gigas*). *Physiological and Biochemical Zoology*, 84(3), 333-340. <https://doi.org/10.1086/660084>
- Feyerabend, P. (1974). *Contra el Método*. Ariel.
- Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Tecnos.
- Fierro, K., & Martin, T. (2007). Reproductive Biology of the Violet-Chested Hummingbird in Venezuela and Comparisons with other Tropical and Temperate Hummingbirds. *The Condor*, 109(3), 680-685. <https://doi.org/10.1093/condor/109.3.680>
- Flores, Y. (2017). *Caracterización del Sistema de Apareamiento del Colibrí Ermitaño (Phaethornis mexicanus) en San Blas, Nayarit* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). *La fauna silvestre en un clima cambiante*. <http://www.fao.org/forestry/wildlife/60427/es/>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2015). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015*. <http://www.fao.org/forest-resources-assessment/es/>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2016). *El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>
- Freile, J. F., & Santander, T. (2005). Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en Ecuador. En BirdLife International y Conservation International (Eds). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad*. Quito, Ecuador: BirdLife International (Serie de Conservación de BirdLife No. 14).

- Fundación Natura Capítulo Guayaquil, & KfW- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). (1996). Proyecto de Reforestación y Conservación de la Cordillera de Chongón-Colonche “Eduardo Aspiazu Estrada (Estudio de Factibilidad, Informe Final. Tomo II b – Manejo y Protección del Bosque Protector). Hamburgo, Alemania: Luso Consult.
- Galindo, J. (1998). La lucha de la luz contra la sombra. En J. Galindo (Ed.), *Técnicas de Investigación en Sociedad Cultura y Comunicación*. Pearson Educación
- Gallina, S., & López, C. (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología A.C.
- García, D. (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: Nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20 (2), 1-10
- García, D. (2016). Birds in ecological networks: insights from bird-plant mutualistic interactions. *Ardeola*, 63(1), 151-180.
<https://doi.org/10.13157/arla.63.1.2016.rp7>
- García-Villacorta, R. (2009). Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 16, 81–92.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.177>
- Gargiulo, T. (2016). El relativismo de Paul Karl Feyerabend. *Ideas y valores*, 65(160), 95-120. <https://doi.org/10.15446/ideasyvalores.v65n160.42248>
- Genesio, L., & Otero, L. (2012). Aproximaciones filosóficas y metodológicas para una ingeniería sostenible. *Revista Tecnología y Sociedad*, 1(1), 5-26.
- Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. In: Bullock SH & Mooney, H.A. (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forest*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511753398.007>
- Giannuzzo, A. N. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. *Scientle Studia*, 8(1), 129-156. <https://doi.org/10.1590/s1678-31662010000100006>

- Giraldo, R., Quiceno, Á., & Valencia, F. L. (2011). Una salida ética a la crisis ambiental contemporánea. *Entramado*, 7(1), 148-158.
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M.B., Guerrero, M., & Suárez, L. (2002). Libro rojo de las aves del Ecuador. Simbioe.
- Gutiérrez, A., & Rojas, S. (2001). *Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia* (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Nacional de Colombia.
- Gutiérrez, A., Rojas-Nossa, S., & Stiles, G. (2004). Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos. *Ornitología Neotropical*, 15, 205-213.
- Gutiérrez, A. (2005). *Ecología de la interacción entre colibríes (Aves: Trochilidae) y las plantas que polinizan en el boque altoandino de Torca* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Colombia.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena (GADM Santa Elena). (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Cantón Santa Elena 2014-2019*. GADM, Santa Elena. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768086830001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%20SANTA%20ELENA_30-10-2015_19-34-52.pdf
- González, F. A. (2006). Reseña de Gonzalo Munévar: Variaciones sobre temas de Feyerabend. *Praxis Filosófica*, 23, 157-164
- González-Gómez, P., Vásquez, R., & Bozinovic, F. (2011). Flexibility of Foraging Behavior in Hummingbirds: The Role of Energy Constraints and Cognitive Abilities. *The Auk*, 128(1), 36–42. <https://doi.org/10.1525/auk.2011.10024>
- González, O., & Wethington, S. (2014). Observations on Hummingbirds and their néctar resources at the Cloud Forest of Manu Road, Peru. *The Biologist (Lima)*, 12(1), 109-115.

- Gonzalez, O., & Loiselle, B. A. (2016). Species interactions in an Andean bird–flowering plant network: phenology is more important than abundance or morphology. <https://doi.org/10.7717/peerj.2789>
- Gurrutxaga, M., & Lozano, P. J. (2006). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Polígonos. Revista de Geografía*, 16, 35-54. <https://doi.org/10.18002/pol.v0i16.410>
- Haining, R. (1994). Designing spatial data analysis modules for geographical information systems. *Spatial analysis and GIS*, 45-64. https://doi.org/10.4324/9780203221563_chapter_3
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4(1), 1-9.
- Harris, J. B., Ágreda, A. E., Juiña, M. E., & Freymann, B. P. (2009). Distribution, plumage, and conservation status of the endemic Esmeraldas Woodstar (*Chaetocercus berlepschi*) of western Ecuador. *The Wilson Journal of Ornithology*, 121(2), 227-239. <https://doi.org/10.1676/08-079.1>
- Hickman, B. R., Harris, J. B., & Juiña, M. E. (2012). Apparent soil ingestion by female Esmeraldas Woodstars (*Chaetocercus berlepschi*) in western Ecuador. *Ornitologia Neotropical*, 23(3), 335-340.
- Hurtado-Dianderas, E., & Rivera, F. (2006). El Requerimiento del Marco Epistemológico en las Tesis de Post Grado. *Gestión en el Tercer Milenio*, 9(17), 103-105.
- Jadán, O., Veintimilla, D., Ponce, E., González, M. & Aguirre, Z. (2014). Identification of forest types .and floristic assessment in Bosque Protector Chongón Colonche, Ecuador. *Bosque Latitud Cero*, 4, 7-14
- Jaramillo, L. G. (2003). ¿Qué es epistemología? *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 18, 174-178.

- Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. (2003). Invariant properties in coevolutionary networks of plant–animal interactions. *Ecology Letters*, 6(1), 69-81. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00403.x>
- Jordano, P., Bascompte, J., & Olesen, J. M. (2006). The ecological consequences of complex topology and nested structure in pollination webs. En N. Waser & J. Ollerton. (Eds.). *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization* (pp. 173-199). The University of Chicago Press.
- Jordano, P., Vázquez, D. & Bascompte J. (2009). Redes complejas de interacciones mutualistas planta – animal. In Medel, R. Aizen, M. & Zamora, R. (Eds.). *Ecología y evolución de las interacciones planta-animal: conceptos y aplicaciones* (PP.17-41). Editorial Universitaria.
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. *Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden*, 75, 1-1181
- Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans, R., Faber-Langendoen, D., Fellows, M., Kittel, G., Menard, S., Pyne, M., Reid, M., Schulz, K., Snow, K., & Teague, J. (2003). Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Juiña, M. E., Harris, J. B., Greeney, H. F., & Hickman, B. R. (2010). Descripción del nido y cuidado parental de la Estrellita Esmeraldeña (*Chaetocercus berlepschi*) en el occidente del Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 21(3), 313 – 322.
- Ketz-Riley, C., & Sanchez, C.R. (2014). Trochiliformes (Hummingbirds). En E. Miller & M. Fowler. (Eds.), *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine* (pp. 1-792). Saunders. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4557-7397-8.00026-8>
- Kim, W., Peaudecerf, F., Baldwin, M. W., & Bush, J. W. (2012). The hummingbird's tongue: a self-assembling capillary syphon. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1749), 4990-4996. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.1837>

- Koleff, P., Gaston, K. y Lennon, J. (2003). Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72, 367–382.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2003.00710.x>
- Koleff, P., & Soberón, J. (2008). Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. *Capital Natural de México*, Vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. (pp. 323-364). CONABIO.
- Kruckeberg, A. R., & Rabinowitz, D. (1985). Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual review of ecology and systematics*, 16(1), 447-479.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.002311>
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial.
- Lara-Rodríguez, N.Z., Díaz-Valenzuela, R., Martínez-García, V., Mauricio-López, E., Anaíd-Díaz, S., Valle, O. I., Fisher-de León, A. D., Lara, C., & Ortiz-Pulido, R. (2012). Redes de Interacciones Colibrí-Planta del Centro-Este de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 569-577.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.2.965>
- Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P., Maldonado, G., & Suárez-Duque, D. (Eds.). *Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad: una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020*. MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB.
- Las-Casas, F. M. G., Azevedo Júnior, S. M., & Dias Filho, M. M. (2012). The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1), 51-58.
<https://doi.org/10.1590/s1519-69842012000100006>
- La Torre-Cuadros, M. A. y Linares-Palomino, R. (2008). Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. *Revista Peruana de Biología*, 15, 31–42.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v15i1.1668>

- Leal-Pinedo, J. M., & Linares-Palomino, R. (2005). Los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación / The dry forests of the Biosphere Reserve of Northwestern (Peru): Tree diversity and conservation status. *Caldasia*, 27(2), 195-211.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación deficiencias al diálogo de saberes*. Siglo XXI.
- León-Camargo, D. (2013). *Efecto de la fragmentación sobre la interacción colibrí-flor en tres remanentes de bosque seco tropical del Municipio de Chimichanga, César, Colombia* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional de Colombia.
- León-Camargo, D., & Rangel-Ch., J.O. (2015). Interacción colibrí-flor en tres remanentes de Bosque Tropical Seco (BST) del Municipio de Chimichagua (Cesar, Colombia): Hummingbird-flower interaction in three remnants of tropical dry forest (TdF) in the municipality of Chimichagua (Cesar, Colombia). *Caldasia*, 37(1), 107-123.
<https://doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50812>
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., & Navarrete, H. (Eds.). (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, segunda edición*. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Linares-Palomino, R., Kvist, L.P., Aguirre-Mendoza, Z., & Gonzales-Inca, C. (2010). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation*, 19, 169-185.
<https://doi.org/10.1007/s10531-009-9713-4>
- Llorente-Bousquets, J., Papavero, N., & Bueno, A. (2001). Síntesis Histórica de la Biogeográfica. En J. Llorente-Bousquets, & J.J. Morrone. (Eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 1-14). Prensa de Ciencias, UNAM.

- Maestre, F. T., Escudero, A., & Bonet, A. (Eds.). (2008). *Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones* (pp. 850). Dykinson S.L.
- Maglianesi, M. A., Blüthgen, N., Böhning-Gaese, K., & Schleuning, M. (2014). Morphological traits determine specialization and resource use in plant–hummingbird networks in the neotropics. *Ecology*, 95(12), 3325-3334. <https://doi.org/10.1890/13-2261.1>
- Maglianesi, M. A. (2016). Efectos del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Journal of Tropical Engineering*, 26(1), 25-39.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Marcelo-Peña, J. L., Reynel-Rodríguez, C., Zevallos-Pollito, P., Bulnes-Soriano, F., & Pérez-Ojeda del Arco, A. (2007). Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología aplicada*, 6(1-2), 9-22. <https://doi.org/10.21704/rea.v6i1-2.336>
- Margules, C.R., & Pressey, R.L. (2000). Systematic Conservation Planning. *Nature*, 405, 243 – 253. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- Márquez-Luna, U., Lara, C., & Ortiz-Pulido, R. (2015). La conducta territorial del Zafiro Oreja Blanca (*Hylocharis leucotis*) es afectada por la disponibilidad de energía. *Ornitología Neotropical*, 26(1), 13-23.
- Martínez García, V. (2006). *Interacciones colibrí-planta en tres tipos de vegetación de la reserva de la biosfera barranca de Mezquitlan, Hidalgo, México* (Tesis de pregrado no publicada). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Martínez-García, V., Lara, C., & Ornelas, J. F. (2013). Lek characteristics and the static male song of the Green Violet-ear (*Colibri thalassinus*) during a 3-year study in a temperate forest of central Mexico. *Ornitología Neotropical*, 24(2), 183-200.

- Martínez-García, V. & Ortiz-Pulido, R. (2014). Redes Mutualistas Colibrí-Planta: Comparación en dos escalas espaciales. *Ornitología Neotropical*, 25, 273-289.
- Martínez, M. (2003). Transdisciplinariedad: un enfoque para la complejidad del mundo actual. *Conciencia activa*, 21(1), 107-146.
- Martínez, M. (2007). Conceptualización de la transdisciplinariedad. *Polis. Revista Latinoamericana*, 16, 1-21.
- Martínez, V. (2006). *Interacciones colibrí-planta en tres tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Mayor, F. (2009). Los límites del crecimiento. *Temas para el Debate*, 181, 10-16.
- McCune, B., Grace, J. B. & Urban, D. L. (2002). *Analysis of ecological communities*. MJM Software Desig.
- McMullan, M., & Navarrete, L. (2013). *Fieldbook of the birds of Ecuador including the Galapagos Islands*. Fundación Jocotoco.
- Medel, R., Aizen, M., & Zamora, R. (Eds.). (2009). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*. Editorial Universitaria.
- Meza, L. (2003). El paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento. *Revista Digital Matemática*, 4(2), 1-5.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2006). *Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 - 2016*. MAE
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2012). *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: MAE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. MAE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2017). Informe del taller participativo “Análisis de vulnerabilidad local al cambio climático del sector ganadero en

las zonas de implementación del proyecto MGCI en la provincia de Santa Elena”. MAE.

- Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., da Fonseca, G.A.B. & Olivieri, S. (1998). Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. *Conservation Biology*, 12(3), 516-520. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.012003516.x>
- Monroy-Vilchis, O. (2003). Principios generales de biología de la conservación. En Sánchez, O., Vega, E., Peters, E. & Monroy-Vilchis, O. (Eds.). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México* (pp. 107-116.). Instituto Nacional de Ecología.
- Moran, A.J., Prosser, S.W.J., Moran, J.A. (2019). DNA metabarcoding allows non-invasive identification of arthropod prey provisioned to nestling Rufous hummingbirds (*Selasphorus rufus*). Peer J7, e6596. <https://doi.org/10.7717/peerj.6596>
- Moreno, C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales & Tesis SEA, Vol 1. GORFI S.A.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con conciencia*. Editorial Anthropos.
- Morin, E. (1996). *Mis demonios*. Editorial Kairós
- Morin, E. (2001) Inter-pluri-transdisciplinariedad. En: La cabeza bien puesta. Repensar la reforma-reformar el pensamiento. Ediciones Nueva Visión: 115-128.
- Morin, E. (2003). *Educación en la era planetaria*. Gedisa
- Morín, E. (2010). Complejidad Restringida, Complejidad General Inteligencia de la complejidad: epistemología y pragmática. *La Salle Francia: Le Seuil*.
- Morrone, J. J. (2001). *Biogeografía de América latina y el Caribe*. M&T-Manuales & Tesis SEA, Vol 3. GORFI S.A.

- Morrone, J. J., Espinosa, D., & Llorente-Bousquets, J. (1996). *Manual de biogeografía histórica*. UNAM.
- Morrone, J.J., & Llorente, J. (Eds.) (2003). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. UNAM.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (p. 92). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Mota, J.F. (2001). Análisis de agrupamiento o de “cluster” aplicado al estudio de la flora y vegetación de yesos. En Aguilera, P. y Garrido, A. (Eds.). *Aplicaciones ambientales del análisis multivariante* (pp. 143-176). Universidad de Almería.
- Munévar, G. (2006). Variaciones sobre temas de Feyerabend. Universidad del Valle.
- Murguía, M., & Rojas, F. (2001). Biogeografía cuantitativa. En J. Llorente-Bousquets, & J.J. Morrone. (Eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 39-47). Prensa de Ciencias, UNAM.
- Murguía, M., & Llorente-Bousquets, J. (2003). Reflexiones conceptuales en biogeografía cuantitativa. En J. Llorente-Bousquets, & J.J. Morrone. (Eds.), *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. (pp. 133-140). Prensa de Ciencias, UNAM.
- Newton, A. (2007). *Forest ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford: Oxford University Press.
- Nicolson, S. W., & Fleming, P. A. (2003). Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematics and Evolution*, 238(1-4), 139-153. <https://doi.org/10.1007/s00606-003-0276-7>
- Nieto, A., & Silva, C. (2012). *Influencia de la Alteración de Hábitat en el Uso de Recursos Florísticos por el Ensamble de Colibríes en Bosque Altoandinos del Sur del Ecuador* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad del Azuay.

- Nogués, D. (2003). El estudio de la distribución espacial en la biodiversidad: conceptos y métodos. *Cuadernos de investigación geográfica*, 29, 67-82.
- Normander, B. (2012). Biodiversidad: combatir la sexta extinción masiva. En Worldwatch Institute. *La situación del mundo 2012. Hacia una prosperidad sostenible*. Barcelona, España: Icaria
- Ojasti, J., & Dallmeier, F. (2000). *Manejo de fauna silvestre neotropical*. Smithsonian Institution
- Olesen, J. M., & Jordano, P. (2002). Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. *Ecology*, 83(9), 2416-2424.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2416:gpiipm\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2416:gpiipm]2.0.co;2)
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Ornelas, J. F. (1996). Origen y evolución de los colibríes. *Ciencias*, 42, 1-10.
- Ornelas, J. F., Ordano, M., De- Nova, A. J., Quintero, M. E., & Garland Jr, T. (2007). Phylogenetic analysis of interspecific variation in nectar of hummingbird- visited plants. *Journal of Evolutionary Biology*, 20(5), 1904-1917. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01374.x>
- Ortiz-Crespo, F. (1974). The giant hummingbird *Patagona gigas* in Ecuador. *Ibis*, 116(3), 347-359. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1974.tb00130.x>
- Ortiz-Crespo, F. (2003). *Los colibríes: historia natural de unas aves casi sobrenaturales*. FUNDACYT.
- Ortiz-Pulido, R., & Díaz, R. (2001). Distribución de colibríes en la zona baja del centro de Veracruz, México. *Ornitología Neotropical*, 12(4), 297-317.
- Ortiz Pulido, R. & Vargas Licoma, G. (2008). Explorando la relación entre registros de colibríes y abundancia de flores con escalamiento espacio-temporal. *Ornitología Neotropical*, 19, 473-483.

- Ortiz Pulido, R., Díaz, A., Valle-Díaz, O., & Fisher, A. (2012). Hummingbirds and the Plants they visit in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(1), 152-163.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2012.1.1139>
- Osorio, F. (1998, Abril 7). Qué es Epistemología [Conferencia presentada]. Magíster en Antropología Mención Desarrollo, Departamento de Antropología, Universidad de Chile. Chile.
- Osorio, S. N. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 20(1), 269-291. <https://doi.org/10.18359/rfce.2196>
- Parada-Quintero, M., Alarcón-Jiménez, D., & Rosero-Lasprilla, L. (2012). Fenología de la floración de especies ornitófilas de estratos bajos en dos hábitats altoandinos del Parque Natural Municipal Ranchería (Paipa-Boyacá-Colombia). *Caldasia*, 34(1), 139-154.
- Parker, T.A., & Carr, J.L. (Ed) (1992). Status of the Forest Remnants in the Cordillera de la Costa and Adjacent areas of Southwestern Ecuador. Washington D.C.: Conservation International (RAP Working Paper 2).
- Parra, J. L. (2010). Color evolution in the hummingbird genus *Coeligena*. *Evolution*, 64(2), 324-335. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00827.x>
- Partida, R., Enríquez, P. L., Rangel-Salazar, J. L., Lara, C., & Martínez, M. (2012). Abundancia de colibríes y uso de flores en un bosque templado del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4), 1621-1630.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2155>
- Patiño, B. (2017). *Efecto de la morfología, fenología y abundancia en las redes mutualistas colibrí-planta del Parque Nacional El Cimatario, Querétaro, México* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Autónoma de Querétaro.

- Pennington R.T., Ratter J.A. & Lewis, G.P. (2006). An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests: plant, diversity, biogeography, and conservation. In Pennington, T. & Ratter, J.A, *Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forest* (pp. 1-24). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420004496-1>
- Pérez, P., López, F., García, F., Cuevas-Reyes, P. & González-Rodríguez, A. (2013). Procesos de regeneración natural en bosques de encinos: factores facilitadores y limitantes. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 15(Especial), 18-24. <https://doi.org/10.21041/conpat2019/v1cc109>
- Piaget, J. (1970). *Lógica y conocimiento científico. Naturaleza y método de la epistemología*. Proteo.
- Pizo, M.A., & Silva, W. (2001). The Dawn Lek of the Swallow-Tailed Hummingbird. *The Wilson Bulletin*, 113(4), 388-397. [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2001\)113\[0388:tdlots\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2001)113[0388:tdlots]2.0.co;2)
- Pizo, M.A. (2012). Lek Behavior of the Plovercrest (*Stephanoxis lalandi*, Trochilidae). *The Wilson Journal of Ornithology*, 124(1), 106-112. <https://doi.org/10.1676/11-055.1>
- Poulin, R. (1998). Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *The Journal of Parasitology*, 84, 485–490. <https://doi.org/10.2307/3284710>
- Prado, J. M., & García, I. M. (2009). Efecto de las estructuras organizativa y política del gobierno municipal en la organización social de la Agenda 21 Local. *Revista de Economía Mundial*, 21, 195-226.
- Primack, R. (2012). *A Primer of Conservation Biology*, Fifth Edition. Sinauer Associates, Inc. Publisher.
- Puch Chávez, R., Segura, E., & Olguín, G. E. (2012). Flora visitada por colibríes en selvas maduras y sitios deforestados en Calakmul, Campeche (No. TE/598.899097264 P8).

- Pugnaire, F. I. (2006). La crisis global de la biodiversidad. *Ecosistemas*, 15(2), 1-2.
- Ralph, C. J., Droege, S., & Sauer, J. R. (1995). Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report, PSW-GTR-159. Albany, CA: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/psw-gtr-159>
- Ramírez, A. (2006). *Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramírez-Burbano, M., Sandoval-Sierra, J. V., & Gómez-Bernal, L. G. (2007). Uso de recursos florales por el Zamarrito Multicolor *Eriocnemis mirabilis* (Trochilidae) en el Parque Nacional Natural Munchique, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 5, 64-77.
- Ramírez Burbano, M. B. (2013). *Redes de interacción mutualista colibrí-flor en el Parque Nacional Natural Munchique: ¿La pérdida de un colibrí endémico y en peligro crítico de extinción, acarrea el colapso del sistema?* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Nacional de Colombia.
- Ramón, J. (2004). La epistemología de Kuhn, Lakatos y Feyerabend: Un análisis comparado [Material del aula]. Texto para la introducción al pensamiento científico, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew, Argentina.
- Rapoport, E. H., & Monjeau, J. A. (2001). Areografía. En J. Llorente-Bousquets, & J.J. Morrone. (Eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 23-30). Prensa de Ciencias, UNAM.
- Red Colombiana de Formación Ambiental (RCFA). (2007). *Las ciencias ambientales una nueva área del conocimiento*. Colciencias.

- Ricci, R. (1999). Acerca de una epistemología integradora. *Cinta de Moebio*, 5, 2-5.
- Rico-Guevara, A., & Rubega, M. A. (2011). The hummingbird tongue is a fluid trap, not a capillary tube. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(23), 9356-9360. <https://doi.org/10.1073/pnas.1016944108>
- Ridgely, R. S., & Greenfield, J. P. (2006). *Aves Del Ecuador: Guia de Campo- Volumen I & II*. Fundación Jocotoco.
- Rodríguez, E.M. (2015). Agroturismo, una alternativa de desarrollo endógeno en la comuna Dos Mangas, parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena, año 2015 [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Rodríguez-Flores, C., & Stiles, G. (2005). Análisis Ecomorfológico de una Comunidad de Colibríes Ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus Flores en la Amazonía Colombiana. *Ornitología Colombiana*, 3, 7-27.
- Rojas, B. (2018). *Efecto de la pérdida de especies en redes de interacción planta-colibrí en el bosque alto andino Yanacocha, faldas del volcán Pichincha, Ecuador* [Tesis de pregrado no publicada]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rojas Fajardo, J. C. (2010). *Caracterización hidrogeologica de la cuenca del río valdivia* [Tesis de pregrado no publicada]. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Rosero, L., & Sazima, M. (2004). Interacciones planta – colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical*, 15, 183-190.
- Ruf, T., & Geiser, F. (2015). Daily torpor and hibernation in birds and mammals. *Biological Reviews*, 90(3), 891-926. <https://doi.org/10.1111/brv.12137>
- Sáenz-Ozaetta, C., Olives-Maldonado, J. Solórzano-Méndez, V., Laínez-Quinde, A., Mera-Cedeño, M., Parrales-Loor, G., Reyes-Tomalá, M., Mendoza-Tarabó,

- E., Villao-Viteri, J., Candell-Soto, J., & Valencia-Cruzatty, L. (s/f). *Plan de desarrollo endógeno enfoque económico productivo, biofísico, sociocultural, asentamientos humanos, movilidad energía y conectividad, político institucional y participación ciudadana. Estudio de caso: Comuna Dos Mangas, Provincia de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador*. ECORFAN.
<https://www.ecorfan.org/libros/Plan%20de%20desarrollo%20end%C3%B3geno.pdf>
- Salas, H. (2011). Investigación cuantitativa (monismo metodológico) y cualitativa (dualismo metodológico): El estatus epistémico de los resultados de la investigación en las disciplinas sociales. *Cinta de Moebio*, 40, 1-21.
<https://doi.org/10.4067/s0717-554x2011000100001>
- Salvatierra, B., Ortega, J., & Amador, L. (2010). Evaluación Ecológica Rápida de la Herpetofauna en la cordillera Chongón Colonche, Ecuador. *Investigación, Tecnología e Innovación* 51, 52-74.
- Sánchez, C. E., Kattan, G. & Murillo, O. (2019). Estructura de la red de interacción entre aves y plantas en un fragmento aislado de bosque seco tropical.
<http://hdl.handle.net/11522/12441>
- Sánchez, J. L. (2010). *Manejo sustentable de puntos de interés Geoturísticos (PIGT), sobre la base de la caracterización y evaluación, en la Península de Santa Elena* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Guayaquil.
- Sanz, J.J. (2003). Evolución de los sistemas de apareamiento. En Soler M. (Ed.), *Evolución, la base de la biología* (pp. 271-282). Proyecto Sur Ediciones.
- Sargent, R. & Sargent, M. (2001). Hummingbirds. En Elphick C, Dunning J, Sibley D. (Eds.). *The Sibley guide to bird life and behavior*. Alfred A. Knopf.
- Sauer, W. (1957). *El mapa geológico del Ecuador*. Editorial Universitaria.
- Schuchmann K. L. (1999). Family Trochilidae (hummingbirds). En J. del Hoyo, A. Elliot, J. Sargatal (Eds.). *Handbook of the birds of the world*, vol 5: barn-owls to hummingbirds (pp 468–680). Lynx Editions.
<https://doi.org/10.2307/4089742>

- Sierra, M. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Proyecto Inefan/Gef-Birf y Ecociencia.
- Skutch, A. F. (1950). The nesting seasons of Central American birds in relation to climate and food supply. *Ibis*, 92(2), 185-222. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919x.1950.tb01749.x>
- Smith, T., & Smith, R. (2007). *Ecology* (6th ed.). Pearson Education
- Snow, D.W. & Snow, B.K. (1964). Breeding seasons and annual cycles of Trinidad land-birds. *Zoologica*, 49,1-39
- Snow, B. & Snow, D. (1972). Feeding niches of hummingbirds in a Trinidad Valley. *Journal of Animal Ecology*, 41(2), 471-485. <https://doi.org/10.2307/3481>
- Solomon, E., Berg, L. R., & Martin, D. (2013). *Biología*, (9th ed.). Cengage Learning, SA.
- Soler, E., Berroterán, P., Gil, J., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4), 25-37.
- Stiles, F. G. (1975). Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican Heliconia species. *Ecology*, 56(2), 285-301. <https://doi.org/10.2307/1934961>
- Stiles, F.G. (1978). Ecological and Evolutionary Implications of Bird Pollination. *Integrative and Comparative Biology*, 18(4), 715–727. <https://doi.org/10.1093/icb/18.4.715>
- Stiles, F. G. (1979). Notes on the natural history of Heliconia (Musaceae) in Costa Rica. Notas sobre la historia natural de Heliconia (Musaceae) en Costa Rica. *Brenesia*, 15, 151-180.
- Stiles, F. G. (1981). Geographical aspects of bird-flower coevolution, with Particular Reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 68(2), 323-351. <https://doi.org/10.2307/2398801>

- Stiles, F. G. (1985). Conservation of forest birds in Costa Rica: problems and perspectives. *ICBP Technical Publication*, 4, 141-168.
- Stiles, F.G., & Skutch, A.F. (1995). *Guía de las aves de Costa Rica*. INBIO.
- Tamariz, I. (2016). *Propuesta de un Sistema de Aprovechamiento Pluvial para una Escuela de la Comuna Loma Alta* [Tesis de grado no publicada]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Tobalske, B.W. (2010). Hovering and intermittent flight in Birds. *Bioinspiration & Biomimetics*, 5(4), 1-10. <https://doi.org/10.1088/1748-3182/5/4/045004>
- Tolosa-Moreno, D. L., León-Camargo, D. A., & Rosero-Lasprilla, L. (2014). El ciclo anual de una comunidad de colibríes (Trochilidae) en bosques altoandinos intactos y paramizados en la Cordillera Oriental de Colombia. *Ornitología Colombiana*, 14(1), 28-47.
- Travez, J., & Yáñez, P. (2017). Diversidad y abundancia de avifauna en el campus de la UIDE y el Parque Metropolitano Guanquiltagua, Distrito Metropolitano de Quito, recomendaciones para su conservación. *Serie Zoológica*, 13(12-13), 53-69.
- Tropicos. (2019, Mayo 29). Scientific name to search. <http://www.tropicos.org>
- Unión Internacional para la Conservación Naturaleza (UICN). (2017, Mayo 28). Summary Statistics. <http://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
- Unión Internacional para la Conservación Naturaleza (UICN). (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. <http://www.iucnredlist.org/search>
- United Nations (UN). (1987). Report of the World Commission on Environmental Development: Our Common Future. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
- United Nations (UN). (2017, Mayo 28). History of the United Nations. <http://www.un.org>

- Valverde, F.M., Rodríguez, G., & García, C. (1979). Cubierta vegetal de la península de Santa Elena. I parte: Península de Santa Elena. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Valverde, F.M. (1991). *Estado actual de la vegetación natural de la cordillera Chongón Colonche*. Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales. Universidad de Guayaquil
- Valverde, F.M., & Pérez, J. (2012). *La biodiversidad vegetal, como capital natural de la sostenibilidad en la Costa Ecuatoriana*. Editorial de la M.I. Municipalidad de Santiago de Guayaquil.
- Vázquez, D. P., Blüthgen, N., Cagnolo, L., & Chacoff, N. P. (2009). Uniting pattern and process in plant–animal mutualistic networks: a review. *Annals of Botany*, 103(9), 1445-1457. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp057>
- Vásquez, J. L. (2015). *Caracterización bioquímica sanguínea en seis géneros de colibríes de Nanegalito, noroccidente del distrito metropolitano de Quito* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad Internacional del Ecuador.
- Vásquez, J. L., & Yáñez, P. (2017). Los colibríes del noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito: un atractivo turístico natural. *Qualitas*, 13, 81-106.
- Viejo, J. (1996). Coevolución de plantas e insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 13, 13-19.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A.M. (2004). *Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequence=1>
- Villaseñor, J. L. (2015). ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía?. *Botanical Sciences*, 93(1), 3-14. <https://doi.org/10.17129/botsci.456>

- Warrick, D., Hedrick, T., Fernández, M.J., Tobalske, B., & Biewener, A. (2012). Hummingbird flight. *Current Biology*, 22(12), 472-477. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.04.057>
- Welch, K.C., Hartman, B., Martínez del Río, C., & Suarez, R. (2006). Hummingbirds Fuel Hovering Flight with Newly Ingested Sugar. *Physiological & Biochemical Zoology*, 79(6), 1082-1087. <https://doi.org/10.1086/507665>
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3), 213-251. <https://doi.org/10.2307/1218190>
- Willson, M. F., & Armesto, J. J. (2003). Efectos de la fragmentación de bosques para las aves de los bosques australes chilenos. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 19(3-4), 54-59.
- Wilson, M. V. y Shmida, A. (1984). Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72, 1055–1064. <https://doi.org/10.2307/2259551>
- Woods, S., Ortiz-Crespo, F., & Ramsay, P. M. (1998). Presence of giant hummingbird *Patagona gigas* and Ecuadorian hillstar *Oreotrochilus chimborazo jamesoni* at the Ecuador-Colombia border. *Cotinga*, 10, 37-40.
- Xeno-Canto. (2017). Sharing bird sounds from around the world. <https://www.xeno-canto.org/>
- Yepes, A., Jaramillo, S., del Valle, J. y Orrego, S. (2007). Diversidad y composición florística en bosques sucesionales andinos de la región del río Porce, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 29, 107–117.
- Zacarías, L., Cornejo, G., Cortés, J., González, N. y Ibarra, G. (2011). Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 854–869. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.684>
- Zaccagnini, M. E., Thompson, J. J., Bernardos, J., Calamari, N., Goijman, A., & Canavelli, S. B. (2011). Riqueza, ocupación y roles funcionales potenciales de las aves en relación a los usos de la tierra y la productividad de los

agroecosistemas: un ejemplo en la ecorregión pampeana. En Laterra, P, Jobbagy, E.G. & Paruelo, J.M. (Ed.), *Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas, y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp.185-219). Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.

<https://doi.org/10.35537/10915/35299>

Zar, J. (1996). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall.

ANEXOS

**Anexo 1A: Hoja de datos para el monitoreo de interacción planta – animal
(componente botánico)**

[illegible]

**Anexo 1B: Hoja de datos para el monitoreo de interacción planta – animal
(componente avifauna)**

[illegible]

Anexo 2: Matriz de consistencia del proyecto

MATRIZ DE CONSISTENCIA		
Proyecto de Investigación Descriptivo Correlacional		
Patrones Ecológicos del ensamble de la familia Trochilidae asociados a gradientes altitudinales en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche, Santa Elena - Ecuador		
Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis
Pregunta general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Existe un patrón de distribución espacial dado por la gradiente altitudinal en la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche?	Establecer los patrones de distribución espacial en la familia Trochilidae según el gradiente altitudinal presente en la cordillera Chongón Colonche	El patrón de distribución espacial consiste en que la familia trochilidae presenta una mayor diversidad a mayor altitud
Pregunta específica 1	Objetivo específico 1	Hipótesis específica 1
¿En función de la gradiente altitudinal, cuál el hábitat de la familia Trochilidae presente en las dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?	Caracterizar el hábitat de la familia Trochilidae en tres diferentes gradientes altitudinales en las dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.	La diversidad vegetal se incrementa positivamente con la altitud en cada localidad
Pregunta específica 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 2
¿En función de la gradiente altitudinal, cuál es la composición y diversidad de la familia Trochilidae presente en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?	Determinar la composición y diversidad de la familia Trochilidae presente en tres diferentes gradientes altitudinales ubicados en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.	La diversidad de la familia Trochilidae se incrementa positivamente con la altitud en cada localidad
Pregunta específica 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3
¿En función de la gradiente altitudinal, cuáles son las interacciones ecológicas presentes en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche?	Determinar las interacciones ecológicas de la comunidad de Trochilidae presentes en tres diferentes gradientes altitudinales ubicados en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche.	Dada que la vegetación es diferente dependiendo de la altitud, las interacciones principales van a ser distintas

Anexo 3: Listado vegetal de la cordillera Chongón Colonche, localidad de Loma Alta (LA) y Dos Mangas (DM)

Se indica la especie, forma de crecimiento, tipo de endemismo, categoría de conservación y la localidad donde se ha reportado.

Simbología

Endemismo compartido por ecoregiones: Tumbes Chocó Magdalena (TCM); Chocó (CH); Tumbesina (T); Endemismo propio – Occidente (Oeste Ec) y Nacional (Ec)

Categoría de conservación: En Peligro Crítico (CR); En Peligro (EN); Vulnerable (VU); Casi Amenazada (NT) y Preocupación Menor (LC).

Localidad y tipo de bosque: a 100 msnm en LM bosque seco (1), a 100 msnm en DM bosque semideciduo (1), a 300 msnm bosque de transición (2); a 500 msnm bosque de garúa (3)

Especie	Forma de Crecimiento	Endemismo	Conservación	Loma Alta	Dos Mangas
<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.	Epífito			2,3	2,3
<i>Asplenium cuneatum</i> Lam.	Epífito			3	3
<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant	Helecho arbóreo			3	
<i>Megalastrum subincisum</i> (Willd.) A. R. Sm. & R.C. Moran	Epífito			2,3	3
<i>Cyclopeltis semicordata</i> (Sw.) J. Sm.	Epífito			3	3
<i>Huperzia taxifolia</i> (Sw.) Trevis	Epífito			2,3	2,3
<i>Lygodium venustum</i> Sw.	Epífito			1,2	1
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Herbáceo			3	2,3
<i>Campyloneurum coarctatum</i> (Kunze) Fée	Epífito			3	3
<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	Herbáceo o Epífito			3	3
<i>Microgramma fuscopunctata</i> (Hook.) Vareschi	Epífito			3	3

<i>Pecluma eurybasis</i> (C. Chr.) M.G. Price	Herbáceo			3	3
<i>Polypodium dulce</i> Poir.	Herbáceo o Epífito			3	2,3
<i>Polypodium fayorum</i> R.C. Moran & B. Ollg.	Herbáceo	T		3	3
<i>Polypodium triseriale</i> Sw.	Herbáceo			3	2,3
<i>Adiantum concinnum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Herbáceo Terrestre				2,3
<i>Adiantum fructuosum</i> Poepp. ex Spreng.	Herbáceo Terrestre				2,3
<i>Adiantum macrophyllum</i> Sw.	Herbáceo Terrestre				2,3
<i>Adiantum villosum</i> L.	Herbáceo Terrestre				2
<i>Pteris altissima</i> Poir.	Herbáceo			3	2,3
<i>Tectaria incisa</i> Cav.	Epífito				2,3
<i>Selaginella geniculata</i> (C. Presl) Spring	Epífito			2,3	
<i>Thelypteris angustifolia</i> (Willd.) Proctor	Herbáceo			3	3
<i>Anthurium barclayanum</i> Engl.	Herbáceo Terrestre	T		3	2,3
<i>Anthurium colonchense</i> Croat & Cornejo	Epífito	Oeste Ec	EN	2	2,3
<i>Anthurium dolichostachyum</i> Sodiro	Epífito	Ec		2,3	2,3
<i>Anthurium mindense</i> Sodiro	Epífito	Ec		2,3	2,3
<i>Anthurium nigropunctatum</i> Croat & J. Rodr.	Epífito	Oeste Ec	NT	3	2,3
<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Epífito			2,3	2,3
<i>Anthurium sodiroanum</i> Engl.	Epífito	Oeste Ec	LC	2,3	2,3
<i>Anthurium truncicola</i> Engl.	Epífito	TCM		3	3
<i>Anthurium weberbaueri</i> Engl.	Epífito			2,3	2,3
<i>Chlorospatha atropurpurea</i> (Madison) Madison	Epífito	Oeste Ec		3	3
<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Herbáceo			3	2,3

<i>Monstera adansonii</i> Schott	Hemiepífita				3
<i>Philodendron dodsonii</i> Croat & Grayum	Hemiepífita	Ec			3
<i>Philodendron</i> <i>inaequilaterum</i> Liebm.	Hemiepífita				3
<i>Philodendron subhastatum</i> Engl. & K. Krause	Hemiepífita	Oeste Ec			3
<i>Philodendron sulcatum</i> K. Krause	Epífita				3
<i>Philodendron tenuipes</i> Engl.	Hemiepífita	Oeste Ec			3
<i>Syngonium podophyllum</i> Schott	Hemiepífita				3
<i>Xanthosoma daguense</i> Engl.	Herbáceo	CH		2,3	
<i>Bactris setulosa</i> H. Karst.	Arbóreo		NT	2,3	
<i>Chamaedorea linearis</i> (Ruiz & Pav.) Mart.	Arbóreo		NT	3	2,3
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst	Arbóreo		LC	3	3
<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	Arbóreo		NT	3	3
<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	Arbóreo	Oeste Ec	NT	2,3	3
<i>Aechmea angustifolia</i> Poepp. & Endl.	Epífita		LC	1,2	
<i>Aechmea mexicana</i> Baker	Epífita		LC	1	
<i>Aechmea nudicaulis</i> (L.) Griseb	Epífita		LC	1	
<i>Aechmea pyramidalis</i> Benth.	Epífita	TCM	LC	1,2	
<i>Bromelia pinguin</i> L.	Herbáceo Terrestre		LC	1	
<i>Guzmania hitchcockiana</i> L.B. Sm.	Epífita	CH	VU	2,3	2,3
<i>Guzmania lingulata</i> (L.) Mez	Epífita		LC	3	3
<i>Guzmania monostachia</i> (L.) Rusby ex Mez	Epífita		LC	1,2,3	2,3
<i>Guzmania rhonhofiana</i> Harms	Epífita	CH	LC	3	3
<i>Guzmania sanguinea</i> (André) André ex Mez	Epífita		LC	3	2,3

<i>Pitcairnia heterophylla</i> (Lindl.)	Epífito		LC	2	
<i>Racinaea multiflora</i> (Benth.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Epífito	Ec	LC	1	
<i>Tillandsia acosta-solisii</i> Gilmartin	Epífito	Oeste Ec	EN	3	2,3
<i>Tillandsia cyanea</i> Linden ex K. Koch	Epífito	Oeste Ec	NT	2,3	2,3
<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	Epífito		LC	3	3
<i>Tillandsia disticha</i> Kunth	Epífito	TCM	LC	1,2	3
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Epífito		LC	2	2
<i>Tillandsia venusta</i> Mez & Wercklé	Epífito			1	2,3
<i>Tillandsia barclayana</i> Baker	Epífito	Oeste Ec		1	
<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) C.B. Clarke	Liana			3	2,3
<i>Tradescantia zanonía</i> (L.) Sw.	Herbáceo Terrestre			3	2,3
<i>Costus pulverulentus</i> C. Presl	Herbáceo Terrestre			3	3
<i>Carludovica palmata</i> Ruiz & Pav.	Herbáceo Terrestre		LC	3	3
<i>Asplundia ecuadoriensis</i> (Harl.) Harl.	Liana	T		3	2,3
<i>Cyclanthus bipartitus</i> Poit. ex A. Rich.	Herbáceo Terrestre				2
<i>Dioscorea polygonoides</i> Humb. & Bonpl ex Willd.	Liana				1
<i>Xiphidium caeruleum</i> Aubl.	Herbáceo Terrestre				2
<i>Heliconia curtispatha</i> Petersen	Herbáceo				1
<i>Heliconia latispatha</i> Benth.	Herbáceo			2,3	1,2
<i>Heliconia stricta</i> Huber	Herbáceo				2
<i>Heliconia paludigena</i> Abalo & G.L. Morales	Herbáceo	Oeste Ec	VU		1
<i>Calathea crotalifera</i> S. Watson	Herbáceo				2
<i>Calathea marantifolia</i> Standl.	Herbáceo			3	2,3

<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) Schult.	Herbáceo			2	1,2
<i>Calathea pachystachya</i> (Poepp. & Endl.) Körn.	Herbáceo	T + Bolivia		2,3	2,3
<i>Cryptocentrum latifolium</i> Schltr.	Epífito		CITES App. II	3	3
<i>Dichaea morrisii</i> Fawc. & Rendle	Epífito		CITES App. II	2,3	
<i>Govenia sodiroi</i> Schltr.	Epífito	Ec	NT		3
<i>Masdevallia nidifica</i> Rchb. f.	Epífito		LC + CITES App. II	3	3
<i>Maxillaria imbricata</i> Barb. Rodr.	Epífito		CITES App. II	3	3
<i>Notylia replicata</i> Rchb. f.	Epífito	Oeste Ec	VU	1,2	
<i>Oncidium riopalenqueanum</i> Dodson	Epífito	Oeste Ec	VU + CITES App. II	3	3
<i>Restrepia brachypus</i> Rchb. f.	Epífito		LC + CITES App. II	3	3
<i>Sobralia powellii</i> Schltr.	Epífito		CITES App. II	3	2,3
<i>Stelis morganii</i> Dodson & Garay	Epífito	TCM	NE + CITES App. II	3	2,3
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Epífito			1	2,3
<i>Renealmia oligosperma</i> K. Schum.	Herbáceo			2,3	
<i>Aphelandra attenuata</i> Wassh.	Arbustivo	Ec	VU	2	2
<i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees) Kuntze	Arbustivo				2,3
<i>Pachystachys spicata</i> (Ruiz & Pav.) Wassh.	Arbustivo			2	2
<i>Pseuderanthemum leptorhachis</i> Lindau	Subarbustivo	Oeste Ec		2	
<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C. Ezcurra	Subarbustivo			2,3	3
<i>Sanchezia parviflora</i> Leonard	Arbustivo	Ec	LC	1,2	2
<i>Mauria suaveolens</i> Popp. & Endl.	Arbóreo	T		2,3	3
<i>Annona deceptrix</i> (Westra) H. Rainer	Arbóreo		EN	3	2,3
<i>Annona oligocarpa</i> R.E. Fr.	Arbóreo		EN	2,3	1

<i>Asclepias curassavica</i> L.	Herbáceo			1,2	1,2
<i>Aspidosperma myristicifolium</i> (Markgr.) Woodson	Arbóreo			2,3	
<i>Mesechites trifidus</i> (Jacq.) Müll. Arg.	Liana			1	
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.	Arbóreo		LC	2,3	1
<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Arbóreo			3	1
<i>Dendropanax macrocarpus</i> Cuatrec.	Arbóreo	CH		3	3
<i>Hidalgia ternata</i> La Llave	Liana			1	1
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaerth.	Herbáceo			1,2	1,2
<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	Arbóreo			1	
<i>Tilesia baccata</i> (L.) Pruski	Arbustivo			1,2	1
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Arbóreo			1,2	1,3
<i>Impatiens balsamina</i> L.	Herbáceo				3
<i>Begonia glabra</i> Aubl.	Epífita			3	2,3
<i>Begonia serotina</i> A. DC.	Herbáceo	Oeste Ec	EN	3	3
<i>Amphilophium ecuadorensis</i> A. H. Gentry	Liana	Oeste Ec		1	
<i>Arrabidaea candicans</i> (Rich.) D. C.	Liana			2	2,3
<i>Anemopaegma puberulum</i> (Seibert) Miranda	Liana			2	3
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S. O. Grose	Arbóreo			1,2,3	2
<i>Lundia corymbifera</i> (Vahl) Sandwith	Liana			2	
<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H. Gentry	Liana			1	
<i>Mansoa hymenaea</i> (DC.) A. H. Gentry	Liana			3	
<i>Mansoa verrucifera</i> (Schltdl.) A.H.Gentry	Liana			2,3	
<i>Tanaecium pyramidatum</i> (Rich.) L.G. Lohmann	Liana				3

<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Arbóreo		LC	1,2,3	3
<i>Cordia collococca</i> L.	Arbóreo		LC	2,3	1,2,3
<i>Cordia hebeclada</i> I. M. Johnston	Arbóreo			1	1
<i>Cordia lutea</i> Lam.	Arbóreo	TCM		1	
<i>Cordia macrantha</i> Chod.	Arbóreo	Oeste Ec		1	
<i>Tournefortia glabra</i> L.	Arbustivo			1,2,3	2,3
<i>Tournefortia volubilis</i> L.	Arbustivo, Liana			3	
<i>Epiphyllum rubrocoronatum</i> (Kimmach) Dodson & A.H. Gentry	Epífito	Ec	CITES App II	3	
<i>Hylocereus polyrhizus</i> (F.A.C Weber) Britton & Rose	Epífito		CITES App II	1	
<i>Rhipsalis baccifera</i> (Sol.) Stearn	Epífito		LC + CITES App II	3	
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Arbóreo				2
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbóreo			1,2	
<i>Capparidastrium bonifazianum</i> (Cornejo & Iltis) Cornejo & Iltis	Arbóreo	Oeste Ec	NT	2,3	3
<i>Cynophalla heterophylla</i> (Ruiz & Pav. ex DC.) Iltis & Cornejo	Arbustivo	Oeste Ec		1	
<i>Cynophalla ecuadorica</i> (Iltis) Iltis & Cornejo	Arbóreo	Oeste Ec		2,3	3
<i>Podandroyne brevipedunculata</i> Cochrane	Herbáceo	Oeste Ec	EN	3	2,3
<i>Vasconcellea microcarpa</i> (Jacq.) A. DC.	Arbustivo			2,3	1
<i>Vasconcellea parviflora</i> A. DC.	Arbustivo	T	LC	1	3
<i>Salacia macrantha</i> A. C. Sm.	Arbóreo			2	
<i>Parinari romeroi</i> Prance	Arbóreo	CH	VU		3
<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. & Triana	Arbóreo	TCM		2,3	2,3
<i>Clusia decussata</i> Ruiz & Pav. ex Planch. & Triana	Arbóreo, Epífito	TCM		2,3	2,3

<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) B. Hammel	Arbóreo				2,3	2
<i>Ipomoea ophiodes</i> Standley & Steyermark	Liana				1	1
<i>Gurania spinulosa</i> (Poepp. & Endl.) Cogn.	Liana				2	3
<i>Oreanthes ecuadorensis</i> Luteyn	Epífito	Oeste Ec	CR		3	
<i>Heisteria acuminata</i> (Bonpl.) Engl.	Arbustivo				2,3	
<i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz	Arbustivo	T			1,2	
<i>Acalypha cuneata</i> Poepp.	Arbóreo				1,2,3	1,2,3
<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Arbustivo				2	1
<i>Alchornea leptogyna</i> Diels	Arbóreo	Ec	NT		3	
<i>Croton rivinifolius</i> Kunth	Arbustivo	T	EN		1	
<i>Tetrorchidium andinum</i> Müll. Arg.	Arbóreo				3	3
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Arbóreo		LC		2,3	
<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Arbóreo				1	
<i>Acacia macracantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Arbóreo				1	
<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J. W. Grimes	Arbóreo	TCM			1	
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms.	Arbóreo				1	
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	Arbustivo		LC		1	
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	Arbóreo	T	LC		1,2	
<i>Desmodium poeppigianum</i> (Schindl.) J.F. Macbr.	Epífito	T			2	
<i>Dussia lehmannii</i> Harm	Arbóreo	CH			3	3
<i>Erythrina megistophylla</i> Diels	Arbóreo	Oeste Ec	NT		2	
<i>Erythrina smithiana</i> Krukoff	Arbóreo	Oeste Ec	EN		1,2	
<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	Arbóreo				2	

<i>Inga acuminata</i> Benth.	Arbóreo			1,2,3	1,3
<i>Inga carinata</i> T. D. Penn.	Arbóreo	Oeste Ec	EN	2,3	1,2
<i>Inga colonchensis</i> Cornejo & Bonifaz	Arbóreo	Oeste Ec	EN	1,2	1
<i>Inga edulis</i> Mart.	Arbóreo			1	
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Arbóreo		EN	2,3	
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Arbóreo		LC	2	
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	Arbóreo			1	
<i>Machaerium millei</i> Standl.	Arbóreo	Ec - Bol		1	
<i>Pachyrhizus panamensis</i> R.T. Clausen	Liana	TCM			1
<i>Pachyrhizus tuberosus</i> (Lam.) Spreng.	Liana				1
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	Arbustivo				1
<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.	Arbóreo			2	1
<i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart.	Arbóreo	T	LC	1	
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Arbóreo			1	
<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	Arbóreo			1,2	1
<i>Rhynchosia precatoria</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) DC.	Liana				1
<i>Senna dariensis</i> (Britton & Rose) H. S. Irwin & Barneby	Arbóreo	TCM		1,2	1
<i>Senna mollissima</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H. S. Irwin & Barneby	Arbóreo			1,2	
<i>Senna oxyphylla</i> (Kunth) H. S. Irwin & Barneby	Arbóreo	CH	LC	1,2	1
<i>Zapoteca tetragona</i> (Willd.) H.M. Hern	Arbustivo			2,3	1
<i>Alloplectus dodsonii</i> Wiehler	Herbáceo	CH		3	
<i>Codonanthe crassifolia</i> (H. Focke) C.V. Morton	Herbáceo Epífita			3	3

<i>Columnnea eburnea</i> (Wiehler) L. P. Kvist & L.E. Skog	Herbáceo Epífito			3	3
<i>Columnnea picta</i> H. Karst.	Herbáceo Epífito	CH		3	2
<i>Columnnea spathulata</i> Mansf.	Herbáceo Epífito	CH		3	2,3
<i>Diastema racemiferum</i> Benth.	Herbáceo Epífito			3	2,3
<i>Drymonia ecuadorensis</i> Wiehler	Herbáceo Epífito	Ec	VU	3	2,3
<i>Gasteranthus oncogastrus</i> (Hanst.) Wieler	Herbáceo	Ec		2,3	2,3
<i>Monopyle sodiroana</i> Fritsch	Herbáceo	Ec	VU	3	3
<i>Neomortonia nummularia</i> (Hanst.) Wiehler	Herbáceo			3	3
<i>Aegiphila alba</i> Moldenke	Arbóreo	CH		2,3	1,2,3
<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Arbóreo			1,2	
<i>Vitex gigantea</i> Kunth	Arbóreo	T		1,2	
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i> (Rusby) Kosterm.	Arbóreo			2,3	3
<i>Nectandra subbullata</i> Rohwer	Arbóreo	Ec - Ven	VU	2,3	1,2,3
<i>Ocotea cernua</i> (Nees) Mez	Arbóreo			2	
<i>Rhodostemonodaphne</i> <i>kunthiana</i> (Nees) Rohwer	Arbóreo			2,3	
<i>Grias peruviana</i> Miers	Arbóreo	T		2,3	3
<i>Gustavia serrata</i> S.A. Mori	Arbóreo	Oeste Ec	EN	2,3	3
<i>Phthirusa stelis</i> (L.) Kuijt	Arbustivo Parásito			1	
<i>Bunchosia hookeriana</i> A. Juss.	Arbóreo	T + Bolivia		2,3	
<i>Corchorus hirtus</i> L.	Herbáceo			1	
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Arbóreo			1,2	
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Arbóreo		LC	1,2	2
<i>Matisia grandifolia</i> Little	Arbóreo	CH	EN	1,2	3

<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urban	Arbóreo			2,3	
<i>Pavonia schiedeana</i> Steud.	Arbustivo			2	3
<i>Pseudobombax guayasense</i> A. Robyns	Arbóreo	Oeste Ec	DD	3	
<i>Sida setosa</i> Mart. ex Colla	Arbustivo			1	1
<i>Marcgraviastrum mixtum</i> (Triana & Planch.) H. G. Bedell	Arbustivo			2,3	
<i>Blakea subconnata</i> O. Berg ex Triana	Arbóreo	Ec		2,3	2
<i>Miconia astroplocama</i> J. D. Sm.	Arbóreo			3	
<i>Ossaea micrantha</i> (Sw.) Macfad. ex Cogn.	Arbóreo			3	
<i>Ossaea sparrei</i> Wurdack	Arbóreo	Oeste Ec	VU	3	
<i>Triolena barbeyana</i> Cogn.	Herbáceo	TCM		2	2,3
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Arbóreo		LC	3	2,3
<i>Cedrela odorata</i> L.	Arbóreo		EN + CITES App III	1,2	
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Arbóreo		LC		2
<i>Guarea macrophylla</i> M. Vahl	Arbóreo			2,3	1,3
<i>Ruagea glabra</i> Triana & Planch.	Arbóreo			2,3	2,3
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Arbóreo			2,3	
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Arbóreo			1,2	
<i>Cissampelos pareira</i> L.	Liana			2	
<i>Calatola costaricensis</i> Standl.	Arbóreo		LC	3	3
<i>Ficus bullenei</i> I.M. Johnst.	Arbóreo			2,3	3
<i>Ficus cuatrecasiana</i> Dugand.	Arbóreo			2,3	
<i>Ficus maxima</i> Mill.	Arbóreo			2,3	
<i>Ficus yoponensis</i> Desv.	Arbóreo			1,2,3	3

<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Arbóreo			2,3	3
<i>Sorocea sarcocarpa</i> Lanj. & Wess. Boer	Arbóreo	Oeste Ec	EN	2,3	1,2,3
<i>Mollinedia ovata</i> Ruiz & Pav.	Arbustivo			3	
<i>Siparuna lepidota</i> (Kunth) A. DC.	Arbustivo	CH		2,3	
<i>Muntingia calabura</i> L.	Arbóreo			1	1
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Arbóreo			2,3	
<i>Eugenia oerstediana</i> O. Berg	Arbóreo			1	
<i>Passiflora foetida</i> L.	Trepadora		LC	1	
<i>Passiflora macrophylla</i> Spruce ex Mast.	Arbustivo	CH	LC	2,3	3
<i>Passiflora rubra</i> L.	Trepadora		LC	3	
<i>Phyllanthus anisolobus</i> Müll. Arg.	Arbustivo			2	
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Arbóreo	T + Bolivia		1	
<i>Phytolacca dioica</i> L.	Arbóreo			2,3	
<i>Peperomia heterophylla</i> Miq.	Herbáceo Epífita			2,3	3
<i>Peperomia urocarpa</i> Fisch. & C.A. Mey.	Herbáceo Epífita			3	3
<i>Piper hispidum</i> Sw.	Arbustivo			2,3	2,3
<i>Piper laevigatum</i> Kunth	Arbóreo	TCM + Bolivia	LC	2,3	2,3
<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	Arbóreo			2,3	2,3
<i>Piper squamulosum</i> C. DC.	Arbóreo	Oeste Ec		2,3	2,3
<i>Plumbago scandens</i> L.	Arbustivo			1	
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	Arbóreo			2,3	2
<i>Monnina denticulata</i> Ruiz & Pav. ex Chod.	Arbustivo	Oeste Ec		2	
<i>Coccoloba ovata</i> Benth.	Arbóreo			1	

<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & Mey. ex C. A. Mey.	Arbóreo			1,2	1
<i>Jacquinia sprucei</i> Mez	Arbóreo	T		1	
<i>Clavija eggersiana</i> Mez	Arbóreo	Oeste Ec		2,3	3
<i>Gouania polygama</i> (Jacq.) Urb.	Arbustivo			1	1
<i>Ziziphus thyrsoflora</i> Benth.	Arbóreo	CH		1	
<i>Alseis eggersii</i> Standl.	Arbóreo	T		2,3	1
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Arbustivo		LC	2	2
<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Arbustivo			3	2
<i>Ladenbergia pavonii</i> (Lamb.) Standl.	Arbóreo	Ec	NT	3	
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.	Arbóreo			3	2
<i>Pentagonia grandiflora</i> Standl.	Arbóreo	CH		2,3	3
<i>Psychotria cornejoii</i> C. M. Taylor	Arbóreo	Oeste Ec		2,3	
<i>Psychotria hazenii</i> Standl.	Arbóreo	TCM		2,3	3
<i>Psychotria trichotoma</i> M. Martens & Galeotti	Arbóreo			2,3	
<i>Randia carlosiana</i> K. Krause	Arbóreo	Oeste Ec	EN	2,3	3
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Arbóreo			1	
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Arbóreo			2,3	3
<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Arbóreo		LC	1	
<i>Xylosma benthamii</i> (Tul.) Triana & Planch.	Arbóreo			1	
<i>Allophylus psilospermus</i> Radlk.	Arbóreo			2	
<i>Cupania latifolia</i> Kunth	Arbóreo			2,3	1
<i>Paullinia pinnata</i> L.	Liana			1	1,2
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Arbóreo			1	

<i>Talisia setigera</i> Radlk.	Arbóreo	Oeste Ec	EN	1	
<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	Arbóreo			2,3	
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T. D. Penn.	Arbóreo			3	3
<i>Pradosia montana</i> T. D. Penn.	Arbóreo	T	VU	1	
<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltld.	Arbóreo			1,2	
<i>Cestrum megalophyllum</i> Dunal	Arbustivo			2,3	2
<i>Juanulloa pavonii</i> (Miers) Benth. & Hook.	Arbustivo	Oeste Ec		3	
<i>Solanum manabiense</i> S. R. Stern	Herbáceo	Oeste Ec			2
<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	Arbustivo			2	
<i>Witheringia riparia</i> Kunth	Arbustivo	CH		2,3	2
<i>Schlegelia sulphurea</i> Diels	Liana	CH			1
<i>Clavija pungens</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Decne.	Arbustivo	Oeste Ec	VU	1	2
<i>Cecropia angustifolia</i> Trécul	Arbóreo			2,3	
<i>Cecropia litoralis</i> Snethlage	Arbóreo	TCM		2,3	1,3
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Arbóreo		LC	2,3	2
<i>Coussapoa villosa</i> Poepp. & Endl.	Arbóreo			2,3	2,3
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Arbóreo			2,3	2,3
<i>Urera elata</i> (Sw.) Griseb.	Arbustivo			2,3	
<i>Pilea involucrata</i> (Sims) Urb.	Herbáceo			3	
<i>Citharexylum chartaceum</i> Moldenke	Arbóreo	T		1	
<i>Duranta repens</i> L.	Arbustivo			1	
<i>Lantana tiliifolia</i> Cham.	Arbustivo	T + Brazil		1	
<i>Lantana svensonii</i> Moldenke	Arbustivo	T		1	
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L. Rich.) M. Vahl	Arbustivo			2	

Anexo 4: Composición florística en los transectos de la comuna Loma Alta

Familia	Especies	Forma de crecimiento	Endemismo	Categoría de conservación	Tipo de bosque
Annonaceae	<i>Annona oligocarpa</i>	Árbol		EN	2,3
Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	Árbol	CH		3
	<i>Bactris setulosa</i>	Árbol		NT	2,3
Arecaceae	<i>Chamaedorea linearis</i>	Árbol		NT	3
	<i>Phytelphas aequatorialis</i>	Árbol	Oeste Ec	NT	2
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	Árbol			3
	<i>Fridericia candicans</i>	Árbol			2
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Árbol			2,3
	<i>Cordia alliodora</i>	Árbol		LC	1,2
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i>	Árbol		LC	2,3
	<i>Tournefortia glabra</i>	Arbusto			1
	<i>Capparidastrum bonifazianum</i>	Árbol	Oeste Ec	NT	2,3
Capparaceae	<i>Cynophalla ecuadorica</i>	Árbol	Oeste Ec		2
	<i>Cynophalla heterophylla</i>	Árbol			1
Caricaceae	<i>Vasconcellea microcarpa</i>	Arbusto			3
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys dependens</i>	Árbol			3
	<i>Garcinia madruno</i>	Árbol			2,3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum glaucum</i>	Arbusto	T		1,2
	<i>Acalypha cuneata</i>	Árbol			1,2,3
	<i>Alchornea leptogyna</i>	Árbol	Ec	NT	3
Euphorbiaceae	<i>Croton rivinifolius</i>	Arbusto	T	EN	1
	<i>Sapium gladulosum</i>	Árbol			2
	<i>Tetrorchidium andinum</i>	Árbol			3
	<i>Albizia multiflora</i>	Árbol			1
	<i>Caesalpinia glabrata</i>	Árbol	T	LC	1,2
	<i>Dussia lehmannii</i>	Árbol			3
Fabaceae	<i>Inga carinata</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	2,3
	<i>Inga laurina</i>	Árbol		EN	2
	<i>Leucaena trichodes</i>	Árbol			1
	<i>Senna oxyphylla</i>	Árbol	CH	LC	2
Flacourtiaceae	<i>Casearia aculeata</i>	Árbol		LC	1
Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	Árbol			3
	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	Árbol			3
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i>	Árbol			3
	<i>Rhodostemonodaphne kuntiana</i>	Árbol			3
Lecythidaceae	<i>Gustavia serrata</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	2,3
Malpighiaceae	<i>Bunchosia hookeriana</i>	Árbol			2
Malvaceae	<i>Matisia grandifolia</i>	Árbol	CH	EN	3
	<i>Cedrela odorata</i>	Árbol		VU	2
Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i>	Árbol			2
	<i>Trichilia pallida</i>	Árbol			2
Metteniusaceae	<i>Calatola costaricensis</i>	Árbol			3
Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i>	Árbol			3
	<i>Maquira guianensis</i>	Árbol			2,3
Moraceae	<i>Sorocea sarcocarpa</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	2
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>	Árbol			2,3
Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i>	Arbusto			2
Passifloraceae	<i>Passiflora macrophylla</i>	Arbusto	CH	LC	2

Piperaceae	<i>Piper squamulosum</i>	Árbol				3
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	Árbol				1,2
	<i>Coccoloba ovata</i>	Árbol				1
Polygalaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>	Árbol				2
Primulaceae	<i>Clavija eggersiana</i>	Árbol				2
	<i>Gouania polygama</i>	Arbusto				1,2
Rhamnaceae	<i>Ziziphus thyrsoflora</i>	Árbol				1
	<i>Palicourea guianensis</i>	Árbol				2
	<i>Pentagonia grandiflora</i>	Árbol	CH			3
Rubiaceae	<i>Psychotria hazenii</i>	Árbol	TCM			3
	<i>Randia carlosiana</i>	Árbol	Oeste Ec	EN		2,3
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Árbol				3
Salicaceae	<i>Xylosma benthamii</i>	Árbol				1
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	Árbol				2,3
	<i>Chrysophyllum argenteum</i>	Árbol				2
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Árbol				3
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Árbol				1
	<i>Cecropia angustifolia</i>	Árbol				2,3
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Árbol		LC		1,3
	<i>Urera caracasana</i>	Árbol				2,3

Anexo 5: Composición florística en los transectos de la comuna Dos Mangas

Familia	Especies	Forma de crecimiento	Endemismo	Categoría de conservación	Tipo de bosque
Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i>	Árbol			1
Annonaceae	<i>Annona oligocarpa</i>	Árbol		EN	1
	<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	Arbusto			3
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	Árbol			1,2
Araliaceae	<i>Dendropanax macrocarpus</i>	Árbol			3
	<i>Chamaedorea linearis</i>	Árbol			2,3
Arecaceae	<i>Geonoma undata</i>	Arbusto			3
	<i>Phytelphas aequatorialis</i>	Árbol	Oeste Ec	NT	1,3
Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Árbol			1
	<i>Amenopaegma puberulum</i>	Liana			3
	<i>Fridericia candicans</i>	Árbol			1,2
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Árbol			1
	<i>Tanaecium pyramidatum</i>	Liana			3
Bombacaceae	<i>Matisia grandifolia</i>	Árbol			3
	<i>Cordia alliodora</i>	Árbol		LC	1
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i>	Árbol		LC	1,2,3
	<i>Cordia hebeclada</i>	Árbol			1
Cannabaceae	<i>Celtis iguanea</i>	Árbol			2
Capparaceae	<i>Capparidastrum bonifazianum</i>	Árbol	Oeste Ec	NT	1
	<i>Cynophalla ecuadorica</i>	Árbol	Oeste Ec		1
Caricaceae	<i>Vasconcellea microcarpa</i>	Arbusto			1
Chrysobalanaceae	<i>Parinari romeroi</i>	Árbol			3
Clusiaceae	<i>Chrysoclamys dependens</i>	Árbol			2,3
	<i>Garcinia madruno</i>	Árbol			2
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea polygonoides</i>	Liana			1
	<i>Acalypha cuneata</i>	Árbol			1,2,3
Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	Arbusto			1
	<i>Tetrorchidium andinum</i>	Árbol			1,3
	<i>Dussia lehmannii</i>	Árbol			2,3
	<i>Inga carinata</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	1,3
	<i>Inga colonchensis</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	1
Fabaceae	<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	Liana			1
	<i>Pithecellobium dulce</i>	Arbusto			1
	<i>Senna oxyphylla</i>	Árbol		LC	1
Icacinaceae	<i>Calatola costaricensis</i>	Árbol			1
Lamiaceae	<i>Aegiphila alba</i>	Árbol			2,3
	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	Árbol			1,3
Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i>	Árbol			1,2,3
	<i>Grias peruviana</i>	Árbol			3
Lecythidaceae	<i>Gustavia serrata</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	1
Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Árbol			2
	<i>Carapa guianensis</i>	Árbol			2,3
	<i>Guarea guidonia</i>	Árbol			2
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i>	Árbol			1
	<i>Ruagea glabra</i>	Árbol			1
	<i>Ficus bullenei</i>	Árbol			3
Moraceae	<i>Ficus yoponensis</i>	Árbol			1,2
	<i>Maquira guianensis</i>	Árbol			1,2,3

	<i>Sorocea sarcocarpa</i>	Árbol	Oeste Ec	EN	1,2,3
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Árbol			1
Piperaceae	<i>Piper sp.</i>	Arbusto			1,2
Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>	Árbol			1
Primulaceae	<i>Clavija eggersiana</i>	Árbol			1
Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i>	Arbusto			1
	<i>Alseis eggersii</i>	Árbol			1
	<i>Pentagonia grandifolia</i>	Árbol			1
Rubiaceae	<i>Psychotria hazenii</i>	Arbusto			1,3
	<i>Randia carlosiana</i>	Árbol		EN	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Árbol			1,2
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i>	Árbol			3
Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	Liana			1
	<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Árbol			3
Schlegeliaceae	<i>Schlegelia sulphurea</i>	Liana			1
Solanaceae	<i>Solanum sp.</i>	Arbusto			1
	<i>Cecropia litoralis</i>	Árbol	TCM		1,3
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Árbol		LC	2,3
Urticaceae	<i>Coussapoa villosa</i>	Árbol			1,2
	<i>Urera caracasana</i>	Árbol			1,2

Anexo 6: Estructura vegetal del bosque deciduo de Loma Alta

<i>Especies</i>	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0.66	1	1.64	0.01	1.81	1.37
<i>Albizia multiflora</i>	1	0.66	1	1.64	0	0.29	0.86
<i>Casearia aculeata</i>	19	12.58	9	14.75	0.06	6.86	11.4
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0.66	1	1.64	0.02	1.92	1.41
<i>Coccoloba ovobata</i>	2	1.32	1	1.64	0.03	3.79	2.25
<i>Cordia alliodora</i>	7	4.64	4	6.56	0.1	12.65	7.95
<i>Croton rivinifolius</i>	4	2.65	2	3.28	0.01	0.91	2.28
<i>Cynophalla heterophylla</i>	13	8.61	7	11.48	0.02	2.49	7.53
<i>Erythroxylum glaucum</i>	3	1.99	1	1.64	0.01	0.98	1.54
<i>Gallesia integrifolia</i>	16	10.6	8	13.11	0.26	32.92	18.88
<i>Gouania polygama</i>	2	1.32	1	1.64	0	0.52	1.16
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	4.64	5	8.2	0.04	5.05	5.96
<i>Leucaena trichodes</i>	2	1.32	1	1.64	0.01	1.07	1.35
<i>Libidibia glabrata</i>	1	0.66	1	1.64	0	0.12	0.81
<i>Xylosma benthamii</i>	57	37.75	10	16.39	0.15	19.23	24.46
<i>Tournefortia glabra</i>	5	3.31	2	3.28	0.01	0.81	2.47
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	10	6.62	6	9.84	0.07	8.58	8.34
TOTAL	151	100	61	100	0.8	100	100

Anexo 7: Estructura vegetal del bosque semidecuido de Dos Mangas

ESPECIES	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	19	9.13	8	6.61	0.20	6.55	7.43
<i>Acalypha diversifolia</i>	9	4.33	6	4.96	0.02	0.72	3.33
<i>Alseis eggersii</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.14	0.48
<i>Annona oligocarpa</i>	3	1.44	3	2.48	0.04	1.19	1.70
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	1	0.48	1	0.83	0.06	2.11	1.14
<i>Capparidastrium bonifazianum</i>	5	2.40	4	3.31	0.03	1.02	2.24
<i>Cecropia litoralis</i>	9	4.33	6	4.96	0.30	9.96	6.42
<i>Dioscorea polygonoides</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.04	0.45
<i>Clavija eggersiana</i>	2	0.96	2	1.65	0.00	0.05	0.89
<i>Cordia alliodora</i>	3	1.44	3	2.48	0.08	2.58	2.17
<i>Cordia collococca</i>	10	4.81	6	4.96	0.16	5.25	5.01
<i>Cordia hebeclada</i>	13	6.25	6	4.96	0.13	4.34	5.18
<i>Coussapoa villosa</i>	2	0.96	2	1.65	0.29	9.61	4.07
<i>Cynophalla ecuadorica</i>	3	1.44	1	0.83	0.00	0.11	0.79
<i>Ficus yoponensis</i>	3	1.44	2	1.65	0.09	2.90	2.00
<i>Fridericia candicans</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.13	0.48
<i>Gouania polygama</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.11	0.47
<i>Guarea macrophylla</i>	12	5.77	4	3.31	0.16	5.36	4.81
<i>Gustavia serrata</i>	2	0.96	2	1.65	0.00	0.09	0.90
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	0.48	1	0.83	0.01	0.42	0.58
<i>Inga carinata</i>	6	2.88	4	3.31	0.13	4.33	3.51
<i>Inga colonchensis</i>	4	1.92	2	1.65	0.01	0.37	1.32
<i>Maquira guianensis</i>	10	4.81	6	4.96	0.10	3.40	4.39
<i>Mauria heterophylla</i>	1	0.48	1	0.83	0.07	2.32	1.21
<i>Muntingia calabura</i>	1	0.48	1	0.83	0.02	0.64	0.65
<i>Nectandra subbullata</i>	4	1.92	4	3.31	0.27	8.85	4.69
<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	7	3.37	3	2.48	0.00	0.11	1.98
<i>Pentagonia macrophylla</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.08	0.46
<i>Phytalephas aequatorialis</i>	1	0.48	1	0.83	0.11	3.54	1.62
<i>Piper sp.</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.08	0.46
<i>Pithecellobium dulce</i>	2	0.96	1	0.83	0.00	0.12	0.63
<i>Psychotria hazenii</i>	2	0.96	1	0.83	0.00	0.06	0.62
<i>Ruagea glabra</i>	12	5.77	8	6.61	0.23	7.79	6.72
<i>Schlegelia sulphurea</i>	3	1.44	2	1.65	0.00	0.15	1.08
<i>Senna oxyphylla</i>	2	0.96	2	1.65	0.01	0.23	0.95
<i>Paullinia pinnata</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.03	0.44
<i>Solanum sp.</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.05	0.45
<i>Sorocea sarcocarpa</i>	3	1.44	3	2.48	0.02	0.79	1.57
<i>Tabernaemontana amigdalifolia</i>	2	0.96	2	1.65	0.01	0.39	1.00
<i>Tetrorchidium andinum</i>	2	0.96	1	0.83	0.01	0.24	0.67
<i>Triplaris cumingiana</i>	9	4.33	3	2.48	0.22	7.23	4.68

<i>Urera caracasana</i>	28	13.46	7	5.79	0.19	6.19	8.48
<i>Vasconcellea microcarpa</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.07	0.46
<i>Vernonanthura patens</i>	1	0.48	1	0.83	0.00	0.15	0.49
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2	0.96	2	1.65	0.00	0.12	0.91
<i>TOTAL</i>	208	100	121	100	3.00	100	100

Anexo 8: Estructura vegetal del bosque de transición de Loma Alta

ESPECIES	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	22	6.23	8	5.88	0.1	3.9	5.34
<i>Annona oligocarpa</i>	12	3.4	7	5.15	0.11	4.21	4.25
<i>Bactris setulosa</i>	15	4.25	8	5.88	0.02	0.96	3.7
<i>Bunchosia hookeriana</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.07	0.36
<i>Capparidastrium bonifazianum</i>	14	3.97	9	6.62	0.02	0.97	3.85
<i>Cecropia angustifolia</i>	4	1.13	3	2.21	0.11	4.38	2.57
<i>Cedrela odorata</i>	1	0.28	1	0.74	0.03	1.06	0.69
<i>Chrysophyllum argenteum</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.16	0.39
<i>Clavija eggersiana</i>	3	0.85	3	2.21	0.01	0.35	1.14
<i>Cordia alliodora</i>	16	4.53	6	4.41	0.39	15.37	8.1
<i>Cordia collococa</i>	10	2.83	6	4.41	0.09	3.43	3.56
<i>Cupania latifolia</i>	3	0.85	2	1.47	0.02	0.66	0.99
<i>Cynophalla ecuadorica</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.11	0.38
<i>Erythroxylum glaucum</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.11	0.38
<i>Fridericia candicans</i>	15	4.25	6	4.41	0.03	1.01	3.22
<i>Gallesia integrifolia</i>	1	0.28	1	0.74	0.02	0.85	0.62
<i>Garcinia madruno</i>	6	1.7	3	2.21	0.01	0.4	1.44
<i>Gouania polygama</i>	2	0.57	2	1.47	0	0.09	0.71
<i>Gustavia serrata</i>	115	32.58	10	7.35	0.5	19.54	19.82
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.06	0.36
<i>Heisteria acuminata</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.06	0.36
<i>Inga carinata</i>	3	0.85	2	1.47	0.03	1.21	1.18
<i>Inga laurina</i>	9	2.55	5	3.68	0.1	4.06	3.43
<i>Libidibia glabrata</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.09	0.37
<i>Maquira guianensis</i>	2	0.57	2	1.47	0.01	0.26	0.77
<i>Myrcia splendens</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.09	0.37
<i>Palicourea guianensis</i>	3	0.85	3	2.21	0	0.09	1.05
<i>Passiflora macrophylla</i>	1	1.13	1	0.74	0	0.05	0.64
<i>Phytelphas aequatorialis</i>	4	1.13	4	2.94	0.26	10.21	4.76
<i>Randia carlosiana</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.04	0.35
<i>Ruagea glabra</i>	4	1.13	4	2.94	0	0.19	1.42
<i>Sapium gladulosum</i>	3	0.85	2	1.47	0.17	6.63	2.98
<i>Senna oxyphylla</i>	1	0.28	1	0.74	0	0.13	0.38
<i>Sorocea sarcocarpa</i>	9	2.55	6	4.41	0.03	1.12	2.69
<i>Trichilia pallida</i>	18	5.1	7	5.15	0.08	2.97	4.41
<i>Triplaris cumingiana</i>	12	3.4	5	3.68	0.04	1.61	2.9
<i>Urera caracasana</i>	36	10.2	10	7.35	0.34	13.47	10.34
TOTAL	353	100.9	136	100	2.54	100	100.29

Anexo 9: Estructura vegetal del bosque de transición de Dos Mangas

ESPECIES	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	18	8.45	7	8.64	0.14	2.49	6.53
<i>Aegiphila alba</i>	3	1.41	2	2.47	0.02	0.37	1.42
<i>Carapa guianensis</i>	3	1.41	2	2.47	0.02	0.29	1.39
<i>Cecropia obtusifolia</i>	21	9.86	9	11.11	0.49	8.84	9.94
<i>Celtis iguanea</i>	1	0.47	1	1.23	0.00	0.02	0.57
<i>Cordia collococca</i>	10	4.69	6	7.41	0.23	4.10	5.40
<i>Coussapoa villosa</i>	2	0.94	1	1.23	1.67	29.96	10.71
<i>Chamaedorea linearis</i>	3	1.41	2	2.47	0.00	0.08	1.32
<i>Chrysoclamys dependens</i>	10	4.69	9	11.11	0.05	0.87	5.56
<i>Dussia lehmannii</i>	3	1.41	2	2.47	0.05	0.88	1.59
<i>Ficus yoponensis</i>	1	0.47	1	1.23	0.10	1.72	1.14
<i>Fridericia candicans</i>	1	0.47	1	1.23	0.00	0.03	0.58
<i>Garcinia madruno</i>	1	0.47	1	1.23	0.00	0.04	0.58
<i>Guarea guidonia</i>	3	1.41	3	3.70	0.19	3.39	2.84
<i>Heliocarpus americanus</i>	8	3.76	4	4.94	0.22	3.93	4.21
<i>Maquira guianensis</i>	11	5.16	3	3.70	0.50	8.94	5.94
<i>Nectandra subbullata</i>	14	6.57	8	9.88	1.13	20.36	12.27
<i>Piper sp.</i>	3	1.41	2	2.47	0.02	0.32	1.40
<i>Sorocea sarcocarpa</i>	3	1.41	2	2.47	0.02	0.34	1.41
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	9	4.23	4	4.94	0.02	0.37	3.18
<i>Urera caracasana</i>	84	39.44	10	12.35	0.65	11.64	21.14
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1	0.47	1	1.23	0.06	1.03	0.91
TOTAL	213	100	81	100	5.57	100	100

Anexo 10: Estructura vegetal del bosque de garúa de Loma Alta

ESPECIES	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	5	1.32	4	2.58	0.01	0.03	1.31
<i>Aegiphila alba</i>	3	0.79	2	1.29	0.06	0.32	0.80
<i>Alchornea leptogyna</i>	3	0.79	3	1.94	0.01	0.04	0.92
<i>Annona oligocarpa</i>	9	2.37	5	3.23	0.04	0.23	1.95
<i>Bactris setulosa</i>	3	0.79	3	1.94	0.03	0.16	0.96
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	12	3.17	6	3.87	0.35	1.97	3.00
<i>Calatola costaricensis</i>	32	8.44	10	6.45	0.53	3.02	5.97
<i>Capparidastrum bonifazianum</i>	1	0.26	1	0.65	0.00	0.02	0.31
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0.53	2	1.29	0.14	0.80	0.87
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	1.58	4	2.58	0.01	0.06	1.41
<i>Chamaedorea linearis</i>	17	4.49	8	5.16	0.04	0.23	3.29
<i>Chrysochlamys dependens</i>	4	1.06	3	1.94	0.02	0.09	1.03
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	3	0.79	3	1.94	0.07	0.40	1.04
<i>Cordia collococa</i>	3	0.79	2	1.29	0.00	0.02	0.70
<i>Cupania latifolia</i>	12	3.17	6	3.87	0.58	3.28	3.44
<i>Dendropanax macrocarpus</i>	1	0.26	1	0.65	0.01	0.05	0.32
<i>Dussia lehmannii</i>	18	4.75	8	5.16	0.93	5.27	5.06
<i>Garcinia madruno</i>	5	1.32	5	3.23	0.06	0.37	1.64
<i>Gustavia serrata</i>	9	2.37	6	3.87	0.05	0.25	2.17
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	2	0.53	2	1.29	3.00	16.95	6.26
<i>Inga carinata</i>	2	0.53	2	1.29	0.00	0.01	0.61
<i>Maquira guianensis</i>	4	1.06	4	2.58	0.16	0.93	1.52
<i>Matisia grandifolia</i>	99	26.12	10	6.45	1.60	9.06	13.88
<i>Mollinedia ovata</i>	3	0.79	1	0.65	0.00	0.02	0.49
<i>Myrcia splendens</i>	1	0.26	1	0.65	0.01	0.04	0.32
<i>Nectandra subbullata</i>	19	5.01	9	5.81	0.50	2.83	4.55
<i>Pentagonia grandiflora</i>	4	1.06	3	1.94	0.02	0.11	1.03
<i>Piper squamulosum</i>	4	1.06	4	2.58	0.00	0.03	1.22
<i>Psychotria hazenii</i>	17	4.49	7	4.52	0.04	0.21	3.07
<i>Randia carlosiana</i>	47	12.40	10	6.45	0.40	2.29	7.05
<i>Rhodostemonodaphne kuntiana</i>	4	1.06	3	1.94	8.86	50.08	17.69
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	6	1.58	5	3.23	0.01	0.08	1.63
<i>Tetrorchidium andinum</i>	7	1.85	4	2.58	0.11	0.62	1.68
<i>Urera caracasana</i>	8	2.11	5	3.23	0.00	0.01	1.78
<i>Vasconcellea microcarpa</i>	2	0.53	2	1.29	0.00	0.01	0.61
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2	0.53	1	0.65	0.02	0.11	0.43
Total	379	100	155	100	17.69	100	100

Anexo 11: Estructura vegetal del bosque de garúa de Dos Mangas

ESPECIES	ABUNDANCIA		FRECUENCIA		DOMINANCIA		IVI
	Aa	Ar	Fa	Fr	Da	Dr	
<i>Acalypha cuneata</i>	9	2.31	5	3.38	0.03	0.08	1.92
<i>Aegiphila alba</i>	5	1.28	4	2.70	0.09	0.23	1.41
<i>Amenopaegma puberulum</i>	2	0.51	2	1.35	0.00	0.01	0.62
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	4	1.03	3	2.03	1.72	4.51	2.52
<i>Calatola costaricensis</i>	9	2.31	7	4.73	0.14	0.37	2.47
<i>Carapa guianensis</i>	11	2.82	6	4.05	0.12	0.33	2.40
<i>Cecropia litoralis</i>	1	0.26	1	0.68	0.06	0.15	0.36
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0.26	1	0.68	0.02	0.06	0.33
<i>Chamaedorea linearis</i>	65	16.67	10	6.76	0.23	0.61	8.01
<i>Chrysochlamys dependens</i>	13	3.33	9	6.08	0.05	0.14	3.18
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	6	1.54	4	2.70	0.06	0.15	1.46
<i>Cordia collococca</i>	5	1.28	4	2.70	0.07	0.20	1.39
<i>Cupania latifolia</i>	11	2.82	7	4.73	2.57	6.76	4.77
<i>Dendropanax macrocarpus</i>	4	1.03	4	2.70	0.08	0.21	1.31
<i>Dussia lehmannii</i>	7	1.79	5	3.38	0.78	2.04	2.40
<i>Ficus bullenei</i>	5	1.28	4	2.70	17.23	45.29	16.42
<i>Geonoma undata</i>	1	0.26	1	0.68	0.01	0.01	0.32
<i>Grias peruviana</i>	21	5.38	8	5.41	0.36	0.96	3.92
<i>Inga carinata</i>	6	1.54	4	2.70	0.10	0.27	1.50
<i>Maquira guianensis</i>	15	3.85	9	6.08	5.97	15.69	8.54
<i>Matisia grandifolia</i>	111	28.46	10	6.76	1.70	4.47	13.23
<i>Mauria heterophylla</i>	1	0.26	1	0.68	0.01	0.02	0.32
<i>Nectandra subbullata</i>	18	4.62	8	5.41	5.38	14.13	8.05
<i>Tanaecium pyramidatum</i>	1	0.26	1	0.68	0.00	0.00	0.31
<i>Parinari romeroi</i>	6	1.54	5	3.38	0.65	1.71	2.21
<i>Phytelephas aequatorialis</i>	3	0.77	3	2.03	0.33	0.88	1.22
<i>Psychotria hazenii</i>	25	6.41	9	6.08	0.04	0.11	4.20
<i>Randia carlosiana</i>	20	5.13	9	6.08	0.15	0.39	3.87
<i>Rauvolfia tetraphylla</i>	1	0.26	1	0.68	0.05	0.13	0.35
<i>Sorocea sarcocarpa</i>	2	0.51	2	1.35	0.01	0.03	0.63
<i>Tetrorchidium andinum</i>	1	0.26	1	0.68	0.02	0.06	0.33
TOTAL	390	100	148	100	38.05	100	100

Anexo 12a: Diversidad vegetal en los transectos ubicados en la comuna Loma Alta

Diversidad α		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio
Bosque seco (100 msnm)	Riqueza	8	3	7	4	5	8	7	6	7	6	6,1
	Individuos	13	9	20	14	13	20	23	11	16	12	15,1
	H'	1,95	0,94	1,85	0,99	1,52	1,79	1,48	1,64	1,72	1,71	1,56
	Dominancia	0,16	0,43	0,18	0,47	0,24	0,22	0,32	0,22	0,22	0,19	0,27
Bosque de transición (300 msnm)	Riqueza	14	11	14	13	12	16	15	15	12	13	13,5
	Individuos	34	44	48	39	27	42	31	27	28	33	35,3
	H'	2,27	2,11	1,96	1,95	2,08	2,39	2,37	2,46	2,19	2	2,18
	Dominancia	0,14	0,15	0,22	0,22	0,19	0,13	0,13	0,11	0,15	0,24	0,17
Bosque de garúa (500 msnm)	Riqueza	14	17	12	18	16	16	18	11	15	20	15,7
	Individuos	40	33	28	38	38	41	42	45	34	40	37,9
	H'	1,92	2,58	2,19	2,63	2,43	2,41	2,43	2,15	2,52	2,78	2,4
	Dominancia	0,27	0,1	0,15	0,09	0,12	0,13	0,14	0,14	0,1	0,08	0,13

Anexo 12b: Diversidad vegetal en los transectos ubicados en la comuna Dos Mangas

Diversidad α		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio
Bosque semideciduo (100 msnm)	Riqueza	10	13	17	17	12	15	14	11	6	6	12,1
	Individuos	20	23	24	29	13	25	19	21	18	16	20,8
	H'	2,18	2,36	2,71	2,69	2,46	2,62	2,58	2,05	1,57	1,49	2,27
	Dominancia	0,13	0,12	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,19	0,25	0,28	0,14
Bosque de transición (300 msnm)	Riqueza	13	11	4	10	6	10	7	7	6	7	8,1
	Individuos	23	28	20	25	14	26	20	17	19	21	21,3
	H'	2,47	2,27	0,91	1,85	1,43	1,82	1,63	1,61	1,47	1,68	1,71
	Dominancia	0,09	0,13	0,53	0,24	0,32	0,25	0,26	0,27	0,3	0,24	0,26
Bosque de garúa (500 msnm)	Riqueza	17	16	15	14	18	18	13	12	11	14	14,8
	Individuos	56	59	30	32	36	37	37	37	34	32	39
	H'	2,22	1,98	2,48	2,44	2,7	2,62	2,19	1,97	2,02	2,36	2,3
	Dominancia	0,17	0,24	0,1	0,1	0,08	0,09	0,15	0,21	0,18	0,13	0,15

T1 – T10: Transectos

H': Diversidad de Shannon-Wiener (estima la heterogeneidad de la comunidad)

nats/ind: Unidad logarítmica base e de entropía del índice de Shannon – Wiener

Anexo 13a: Análisis SIMPER según el tipo de vegetación presente en la comuna Loma Alta

Tipo de Vegetación	Especie	Promedio de similaridad	Abundancia Promedio	Contribución (%)	Acumulación (%)
Bosque seco (BsPC01) 100 msnm	<i>Xylosma benthamii</i>	50,55	2,29	35,66	35,66
	<i>Casearia aculeata</i>		1,27	18,24	53,92
	<i>Gallesia integrifolia</i>		1,09	13,49	67,39
	<i>Cynophalla heterophylla</i>		0,94	9,98	77,37
	<i>Ziziphus thyrsoflora</i>		0,76	6,85	84,22
Bosque de transición (BePC02) 300 msnm	<i>Gustavia serrata</i>	50,58	3,34	32,48	32,48
	<i>Capparidastrum bonifazianum</i>		1,1	9,27	54,8
	<i>Acalypha cuneata</i>		1,22	7,43	62,2
	<i>Bactris setulosa</i>		1,08	6,09	68,29
	<i>Urera caracasana</i>		1,7	13,05	45,53
Bosque de garúa (BeBC01) 500 msnm	<i>Maquira guianensis</i>	55,94	3,07	21,25	21,25
	<i>Psychotria hazenii</i>		2,12	14,6	35,85
	<i>Calatola costaricensis</i>		1,71	11,11	46,96
	<i>Myrcia splendens</i>		1,29	7,99	54,95
	<i>Chamaedorea linearis</i>		1,16	6,7	61,65

Anexo 13b: Análisis SIMPER según el tipo de vegetación presente en la comuna Dos Mangas

Tipo de Vegetación	Especie	Promedio de similaridad	Abundancia Promedio	Contribución (%)	Acumulación (%)
Bosque semideciduo (BsPC01) 100 msnm	<i>Acalypha cuneata</i>	32,97	1,2	15,22	15,22
	<i>Urera caracasana</i>		1,29	12,98	28,2
	<i>Ruagea glabra</i>		0,96	11,65	39,85
	<i>Acalypha diversifolia</i>		0,72	7,21	47,06
	<i>Cecropia litoralis</i>		0,71	6,87	53,93
Bosque de transición (BePC02) 300 msnm	<i>Urera caracasana</i>	55,68	2,81	37,94	37,94
	<i>Cecropia obtusifolia</i>		1,36	17,31	55,25
	<i>Chrysochlamys dependens</i>		0,94	12,01	67,26
	<i>Nectandra subbullata</i>		1,03	9,5	76,76
	<i>Acalypha cuneata</i>		1,1	9,31	86,08
Bosque de garúa (BeBC01) 500 msnm	<i>Matisia grandifolia</i>	56,94	3,2	23,84	23,84
	<i>Psychotria hazenii</i>		1,46	10	33,84
	<i>Randia carlosiana</i>		1,31	9,5	43,34
	<i>Maquira guianensis</i>		1,12	7,87	51,21
	<i>Grias peruviana</i>		1,26	7,79	59

Anexo 14: Listado de la familia Trochilidae presente en la cordillera Chongón Colonche, localidad de Loma Alta (LA) y Dos Mangas (DM)

Especie	Abreviación	Endemismo	Categoría de conservación	LA	DM
<i>Phaethornis baroni</i>	PHAE BARO	T	LC	1,2,3	1,2,3
<i>Phaethornis striigularis</i>	PHAE STRI		LC		1,3
<i>Phaethornis yaruqui</i>	PHAE YARU		LC		1,2,3
<i>Eutoxeres aquila</i>	EUTO AQUÍ		LC		2,3
<i>Florisuga mellivora</i>	FLOR MELL		LC		1,2,3
<i>Anthracothorax nigricollis</i>	ANTH NIGR		LC		1,2
<i>Thalurania fannyi</i>	THAL FANN			2,3	1,2,3
<i>Juliamyia julie</i>	JULI JULI		LC	1,2,3	1,2,3
<i>Amazilia franciae</i>	AMAZ FRAN		LC	3	1
<i>Amazilia amazilia</i>	AMAZ AMAZ		LC	1,2	1,2
<i>Amazilia tzacatl</i>	AMAZ TZAC		LC	1,2,3	1,2,3
<i>Adelomyia melanogenys</i>	ADEL MELA		LC	2,3	1,3
<i>Heliodoxa jacula</i>	HELI JACU		LC	1,2,3	1,2,3
<i>Heliothryx barroti</i>	HELI BARR		LC	2,3	1,2,3
<i>Helimaster longirostris</i>	HELI LONG		LC	1,2	1
<i>Myrmia micrura</i>	MYRM MICR	T	LC	1,2	1
<i>Chaetocercus bombus</i>	CHAE BOMB	T	VU	3	1,2
<i>Chaetocercus berlepschi</i>	CHAE BERL	Ec	EN	1,2,3	1

Endemismo: Tumbesino = T; Ecuador = Ec

Categoría de conservación: En Peligro = EN; Vulnerable = VU, Preocupación Menor = LC

Altitud: 100 msnm = 1; 300 msnm = 2; 500 msnm = 3

Anexo 15a: Diversidad de la familia Trochilidae en los puntos de conteo ubicados en la comuna Loma Alta

Diversidad α de trochilidae Loma Alta		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Promedio
Bosque seco (100 msnm)	Riqueza	7	3	7	6	4	5,40
	Individuos	23	8	12	7	17	13,40
	H'	1,59	0,97	1,79	1,75	1,07	1,44
	Dominancia	0,26	0,41	0,19	0,18	0,42	0,29
Bosque de transición (300 msnm)	Riqueza	3	3	6	6	8	5,20
	Individuos	8	13	18	13	72	24,80
	H'	0,90	0,90	1,58	1,53	1,64	1,31
	Dominancia	0,47	0,44	0,24	0,28	0,27	0,34
Bosque de garúa (500 msnm)	Riqueza	4	4	5	5	3	4,20
	Individuos	33	13	15	18	13	18,40
	H'	0,59	1,23	1,34	1,49	0,90	1,11
	Dominancia	0,73	0,33	0,32	0,24	0,44	0,41

Anexo 15b: Diversidad de la familia Trochilidae en los puntos de conteo ubicados en la comuna Dos Mangas

Diversidad α de trochilidae Dos Mangas		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Promedio
Bosque seco (100 msnm)	Riqueza	9	8	8	9	4	7,6
	Individuos	64	129	64	40	17	62,8
	H'	1,95	1,69	1,15	2,05	1,25	1,62
	Dominancia	0,16	0,21	0,49	0,14	0,32	0,27
Bosque de transición (300 msnm)	Riqueza	6	6	4	6	5	5,4
	Individuos	36	38	24	13	9	24
	H'	1,60	1,60	1,00	1,67	1,43	1,46
	Dominancia	0,23	0,22	0,48	0,21	0,28	0,29
Bosque de garúa (500 msnm)	Riqueza	4	4	3	3	5	3,8
	Individuos	12	7	4	7	20	10
	H'	1,24	1,28	1,04	1,00	1,40	1,19
	Dominancia	0,32	0,31	0,38	0,39	0,29	0,34

PC1 – PC10: Puntos de Conteo

H': Diversidad de Shannon-Wiener (estima la heterogeneidad de la comunidad)

nats/ind: Unidad logarítmica base e de entropía del índice de Shannon – Wiener.

Anexo 16a: Matriz cuantitativa de la red de interacciones colibrí-planta en el bosque seco (100 msnm) de Loma Alta

RED INTERACCIONES	<i>Thalurania fannyi</i>	<i>Juliamyia julie</i>	<i>Amazilia amazilia</i>	<i>Myrmia micrura</i>	<i>Chaetocercus bombus)</i>	<i>Chaetocercus berlepschi</i>
<i>Casearia aculeata</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Cordia alliodora</i>	0	0	0	0	0	2
<i>Cornutia pyramidata</i>	0	0	8	4	9	64
<i>Gallesia integrifolia</i>	0	0	1	3	0	0
<i>Inga colonchensis</i>	3	0	7	0	0	0
<i>Inga edulis</i>	0	1	4	0	0	2
<i>Vitex gigantea</i>	0	0	3	0	0	2

Anexo 16b: Número de interacciones de la red colibrí-planta en el bosque de transición (300 msnm) de Loma Alta

RED INTERACCIONES	<i>Phaethornis baroni</i>	<i>Juliamyia julie</i>	<i>Amazilia amazilia</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Adelomyia melanogenys</i>	<i>Heliodoxa jacula</i>	<i>Chaetocercus berlepschi</i>
<i>Acalypha cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Charqui</i>	0	0	0	1	0	0	0
<i>Citrus sinensis</i>	1	0	0	1	0	1	0
<i>Cordia alliodora</i>	1	0	1	0	0	0	0
<i>Cordia collococca</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cornutia pyramidata</i>	1	0	0	7	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	1	0	2	0	1	0
<i>Guzmania lingulata</i>	0	0	1	3	0	0	0
<i>Guzmania monostachia</i>	4	0	0	2	1	1	1
<i>Inga laurina</i>	3	3	0	19	0	0	9
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	1	2	0	1	0	1	0
<i>Triplaris cumingiana</i>	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 16c: Número de interacciones de la red colibrí-planta en el bosque de garúa (500 msnm) de Loma Alta

RED INTERACCIONES	<i>Phaethornis baroni</i>	<i>Thalurania fannyi</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Heliodoxa jacula</i>
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	0	1	0	0
<i>Bromelia pinguin</i>	2	1	0	1
<i>Cordia collococca</i>	1	0	0	0
<i>Gasteranthus oncogastrus</i>	0	1	0	0
<i>Grias peruviana</i>	0	1	0	0
<i>Matisia grandifolia</i>	0	0	1	5

Anexo 17a: Número de interacciones de la red colibrí-planta en el bosque semideciduo (100 msnm) de Dos Mangas

RED INTERACCION	<i>Phae baro</i>	<i>Phae yaru</i>	<i>Anth nigr</i>	<i>Thal fann</i>	<i>Juli juli</i>	<i>Amaz amaz</i>	<i>Amaz tzac</i>	<i>Adel mela</i>	<i>Heli jacu</i>	<i>Heli barr</i>	<i>Heli long</i>	<i>Myrm micr</i>	<i>Chae bomb</i>	<i>Chae berl</i>
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Acantaceae</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amaranthaceae</i>	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0
<i>Arecaceae</i>	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Bambú</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bursera carcasa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cascarillo</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cecropia litoralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cordia collococca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Erythrina velutina</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	1
<i>Flor estrellita</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guzmania lingulata</i>	2	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Guzmania monostachia</i>	34	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Heliconia metálica</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliconia paludigena</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliconia stricta</i>	4	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Inga colonchensis</i>	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mauria heterophylla</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mimosaceae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rubiaceae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sasafras</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Vernonanthura patens</i>	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 17b: Número de interacciones de la red colibrí-planta en el bosque de transición (300 msnm) de Dos Mangas

RED INTERACCION	<i>Phae baro</i>	<i>Phae yaru</i>	<i>Thal fann</i>	<i>Amaz amaz</i>	<i>Amaz tzac</i>	<i>Adel mela</i>	<i>Heli jacu</i>	<i>Heli barr</i>	<i>Chae bomb</i>	<i>Chae berl</i>
<i>Acalypha cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Aegiphila alba</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphelandra attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Bejuco sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guzmania monostachia</i>	4	3	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Heliconia stricta</i>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliocarpus americanus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Odontonema cuspidata</i>	4	0	8	1	6	2	21	0	2	1
<i>Rubiaceae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Anexo 17c: Número de interacciones de la red colibrí-planta en el bosque de garúa (500 msnm) de Dos Mangas

RED INTERACCION	<i>Phaethornis baroni</i>	<i>Thalurania fannyi</i>
<i>Acanthaceae</i>	1	0
<i>Blakea subconnata</i>	2	0
<i>Calatea crotalifera</i>	0	1
<i>Guzmania monostachia</i>	1	0
<i>Rubiaceae</i>	1	0

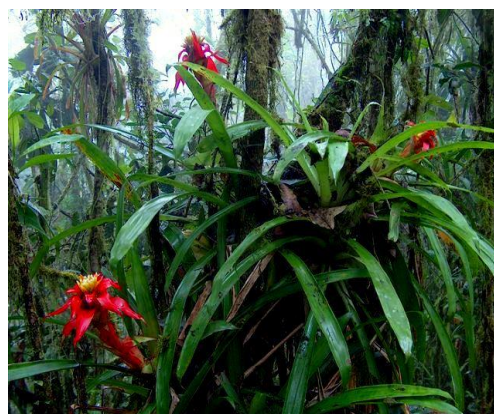
Anexo 18: Galería de fotos (red de interacción planta-colibrí)



Bromelia pinguin L.



Calathea crotalifera
S. Watson



Guzmania lingulata
(L.) Mez



Guzmania monostachia
(L.) Rusby ex Mez



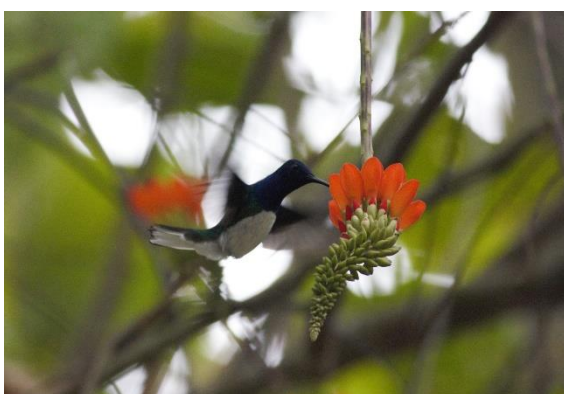
Heliconia metallica
Planch. & Linden ex
Hook.



Heliconia stricta
Huber



Phaethornis baroni
(Ermitaño de
Baron)



Florisuga mellivora
(Jacobino de cuello
blanco)

Anexo 19: Galería de fotos (trabajo de campo)



Anexo 20: Certificado de recepción de muestras botánicas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
Herbario y Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa"

Tele/Fax: (+593 7) 2547-275
E-mail: herbario@unl.edu.ec



INGENIERO
ZHOFRE AGUIRRE MENDOZA
DIRECTOR DEL HERBARIO "REINALDO ESPINOSA" DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICO:

Que se ha recibido la cantidad de 318 (tres cientos dieciocho) especímenes botánicos colectados por Investigadores de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo; bajo el proyecto: "Los colibries como estrategia para la conservación de los bosques secos y de garúa presentes en la cordillera Chongón Colonche", con permiso de investigación N° 017-15 IC-FAU-DPSE-MA.

Las muestras botánicas pueden ser constatadas en las instalaciones del Herbario LOJA, de la Universidad Nacional de Loja; se adjunta lista de especímenes recibidos.

Es lo que certifico en honor a la verdad.

Loja, 07 de agosto del 2018.

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.
DIRECTOR DEL HERBARIO LOJA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
Herbario y Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa"

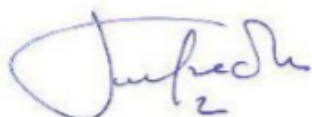
Tele/Fax: (+593 7) 2547-275
E-mail: herbario@unl.edu.ec

Lista de especímenes botánicos recibidos de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo

Nº	Familia	Nombre Científico	Número de colección	Número Duplicados
1	Verbenaceae	<i>Citharexylum chartaceum</i> Moldenke	829	4
2	Acanthaceae	<i>Pachystachys riedeliana</i> Nees	868	1
3	Bignoniaceae	<i>Amphilophium ecuadorensis</i> A.H.Gentry	869	4
4	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	870	3
5	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	871	4
6	Araceae	<i>Anthurium mindense</i> Sodiro	872	4
7	Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i> L.	873	5
8	Clusiaceae	<i>Chrysoclamys dependens</i> Planch. & Triana	874	3
9	Moraceae	<i>Sorocea sarcocarpa</i> Lanj. & Wess. Boer	875	5
10	Boraginaceae	<i>Cordia</i> sp.	876	5
11	Rubiaceae	<i>Psychotria trichotoma</i> M.Martens & Galeotti	877	4
12	Acanthaceae	<i>Odontonema cuspidatum</i> (Nees) Kuntze	878	4
13	Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	879	1
14	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	880	3
15	Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	881	3
16	Malpighiaceae	<i>Bunchosia hookeriana</i> A.Juss.	882	5
17	Fabaceae	<i>Pithecellobium excelsum</i> (Kunth) Mart.	883	5
18	Melastomataceae	<i>Blakea subconnata</i> O. Berg ex Triana	884	4
19	Moraceae	<i>Ficua cuatrecasana</i>	885	4
20	Melastomataceae	<i>Ossaea micrantha</i> (Sw.) Macfad. ex Cogn.	886	4
21	Fabaceae	<i>Desmodium poeppigianum</i> (Schindl.) J.F.Macbr.	887	3
22	Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.	888	1
23	Piperaceae	<i>Peperomia jamesoniana</i> (Miq.) C.DC.	888	1
24	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	889	4
25	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	890	5
26	Ericaceae	<i>Oreanthes ecuadorensis</i> Luteyn	890	5
27	Siparunaceae	<i>Siparuna</i> sp.	891	2
28	Rhamnaceae	<i>Gouania polygama</i> (Jacq.) Urb.	891	3
29	Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	892	0
30	Rubiaceae	<i>Randia carlosiana</i> K.Krause	892	4
31	Acanthaceae	<i>Dicliptera</i> sp.	893	4
32	Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	893	7
33	Acanthaceae	<i>Dicliptera</i> sp.	894	1
34	Polygonaceae	<i>Coccoloba obovata</i> Kunth	894	3
35	Piperaceae	<i>Piper laevigatum</i> Kunth	895	4
36	Fabaceae	<i>Inga carinata</i> T.D.Penn.	895	5
37	Fabaceae	<i>Inga</i> sp.	896	4
38	Gesneriaceae	<i>Codonanthe crassifolia</i> (H.Focke) C.V.Morton	897	2

39	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	897	2
40	Orchidaceae	<i>Sobralia powellii</i> Schltr.	898	1
41	Bignoniaceae	<i>Lundia corymbifera</i> (Vahl) Sandwith	898	5
42	Urticaceae	<i>Urera elata</i> (Sw.) Griseb.	899	4
43	Piperaceae	<i>Piper hispidum</i> Sw.	900	4
44	Araceae	<i>Philodendron sulcatum</i> K.Krause	901	3
45	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> Jacq.	902	5
46	Solanaceae	<i>Solanum subnigrum</i> Jacq.	903	3
47	Melastomataceae	<i>Ossaea sparrei</i> Wurdack	904	4
48	Ericaceae	<i>Oreanthus ecuadorensis</i> Luteyn	905	5
49	Anacardiaceae	<i>Mauria suaveolens</i> Poepp. & Endl.	906	4
50	Lauraceae	<i>Nectandra subbullata</i> Rohwer	907	1
51	Lauraceae	<i>Beilschmiedia alloiophylla</i> (Rusby) Kosterm.	908	1
52	Clusiaceae	<i>Chrysoclamys dependens</i> Planch. & Triana	909	4
53	Rubiaceae	<i>Psychotria cornejoi</i> C.M.Taylor	910	4
54	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> Cogn.	910	4
55	Polygalaceae	<i>Momina</i> sp.	911	4
56	Arecaceae	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	912	1
57	Costaceae	<i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Roscoe	913	1
58	Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	914	4
59	Fabaceae	<i>Calliandra tetragona</i> (Willd.) Benth.	915	4
60	Orchidaceae	<i>Sobralia powellii</i> Schltr.	916	4
61	Boraginaceae	<i>Tournefortia glabra</i> L.	916	3
62	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.	917	4
63	Orchidaceae	<i>Gongora grossa</i> Rchb.f.	918	1
64	Fabaceae	<i>Inga acuminata</i> Benth.	920	5
65	Leguminosae	<i>Inga acuminata</i> Benth.	921	5
66	Fabaceae	<i>Inga colonchensis</i> Cornejo & Bonifaz	922	7
67	Leguminosae	<i>Pachyrhizus tuberosus</i> (Lam.) Spreng.	923	4
68	Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> Sandswar ex L.	924	4
69	Loranthaceae	<i>Phthirusa retroflexa</i> (Ruiz & Pav.) Kuijt	925	1
70	Sapindaceae	<i>Allophylus psilospermus</i> Radlk.	926	4
71	Sapindaceae	<i>Talisia setigera</i> Radlk.	927	1
72	Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	928	3
73	Bignoniaceae	<i>Macfadyena unguis-cati</i> (L.) A.H.Gentry	929	4
74	Verbenaceae	<i>Duranta repens</i> L.	930	4
75	Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	931	3
76	Verbenaceae	<i>Lantana svensonii</i> Moldenke	932	4
77	Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	933	4
78	Apocynaceae	<i>Mandevilla</i> sp.	934	3
79	Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	935	4
80	Annonaceae	<i>Raimondia deceptrix</i> Westra	936	1
81	Gesneriaceae	<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl) C.Ezcurra	937	4
82	Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	938	3
83	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	939	3
84	Boraginaceae	<i>Tournefortia volubilis</i> L.	940	4
85	Annonaceae	<i>Annona oligocarpa</i> R.E.Fr.	941	6

86	Cucurbitaceae	<i>Gurania spinulosa</i> (Poepp. & Endl.) Cogn.	942	4
87	Zingiberaceae	<i>Renealmia oligosperma</i> K.Schum.	943	1
88	Orchidaceae	<i>Maxillaria imbricata</i> Barb.Rodr.	944	4
89	Monimiaceae	<i>Mollinedia ovata</i> Ruiz & Pav.	945	4
90	Leguminosae	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	946	3
91	Orchidaceae	<i>Dichaea muricata</i> (Sw.) Lindl.	947	1
92	Gesneriaceae	<i>Columnnea eburnea</i> (Wiehler) L.P.Kvist & L.E.Skog	948	1
93	Araceae	<i>Anthurium weberbaueri</i> Engl.	950	1
94	Araceae	<i>Anthurium colonchense</i> Croat & Cornejo	Sin código	2
95	Rubiaceae	<i>Palicourea cf. guianensis</i> Aubl.	Sin código	3
Total				318



Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.
DIRECTOR DEL HERBARIO LOJA



Ecología

Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador

Composition, structure and plant diversity of the Loma Alta Communal Ecological Reserve, Santa Elena, Ecuador

Evelyn Astudillo-Sánchez ^{a, *}, James Pérez ^b, Luis Troccoli ^c y Héctor Aponte ^d

^a Research Center, Universidad Espíritu Santo, Km 2.5 vía La Puntilla, 09-01-952 Samborombón, Ecuador

^b Jardín Botánico de Guayaquil, Av. Fco. de Orellana y calle 24-NNE, Cda. Las Orguldeas, Guayaquil, Ecuador

^c Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Av. Principal La Libertad - Santa Elena, La Libertad, Ecuador

^d Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Carrera de Biología Marina, Universidad Científica del Sur, Antigua Carretera Panamericana Sur s/n, Km 19, 15837 Villa El Salvador, Lima, Perú

*Autor para correspondencia: eveavesecador@gmail.com (E. Astudillo-Sánchez)

Recibido: 20 noviembre 2018; aceptado: 16 mayo 2019

Resumen

El objetivo fue analizar la composición, estructura y diversidad florística de Loma Alta a 3 altitudes (164, 300 y 466 m snm) aplicando el método de Gentry. Se registraron 283 especies siendo Fabaceae (26 spp.) la familia más representativa; de estas, 101 spp. (36%) son endémicas y 87 spp. (31%) pertenecen a alguna categoría de conservación (incluyendo a *Oreanthes ecuadorensis* como en peligro crítico). La estructura estuvo compuesta por 6 clases diamétricas y 7 clases altimétricas, agrupando 81% y 62% de los individuos en la primera categoría. Se reconocen 3 tipos de vegetación: a) bosque seco con *Xylosma benthamii*; b) bosque de transición con *Gustavia serrata* y c) bosque de garúa con *Rhodostemonodaphne kunthiana* como las especies ecológicamente representativas. La diversidad, medida como riqueza fue mayor (37 spp.) para el bosque de transición, la heterogeneidad promedio fue mayor ($H' = 2.40$ nats/ind) para el bosque de garúa y la dominancia promedio fue mayor ($D = 0.25$) para el bosque seco. Los resultados proporcionan evidencia que podría usarse para fortalecer la gestión ambiental del área protegida a nivel local y regional, considerando que cada bosque se destacó por una característica particular, como riqueza, heterogeneidad y dominancia.

Palabras clave: Loma Alta; Diversidad alfa; Diversidad beta; Bosque seco; Bosque de transición; Bosque de garúa

Abstract

The objective was to analyze the composition, structure and floristic diversity of Loma Alta at three altitudes (164, 300, and 466 m asl) following the Gentry method. We registered 283 species, with Fabaceae (26 spp.) being the most specious family; of these, 101 spp. (36%) are endemic and 87 spp. (31%) belong to some conservation status (including

ISSN versión electrónica: 2007-8706; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (4.0) <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>

Oreanthes ecuadorensis as Critically Endangered). The structure was composed of 6 diametric classes, concentrating 81% of the individuals, and 7 altimetric classes, grouping 62%, both in the first category. Three types of vegetation were determined: a) dry forest with *Xylocarpus benthamii*; b) transitional forest with *Gustavia serrata*, and c) Garúa forest with *Rhodostemonodaphne kunthiana* as the ecologically representative species. The diversity measured from the richness species was higher (37 spp.) for the transitional forest, the average heterogeneity was higher ($H' = 2.40$ nats/ind) for the garúa forest, and the average dominance was higher ($D = 0.25$) for the dry forest. The results provide evidence that can be used to strengthen the environmental management of the protected area at the local and regional level, considering that each forest was highlighted by a characteristic, such as richness, heterogeneity and dominance.

Keywords: Loma Alta; Alpha diversity; Beta diversity; Dry forest; Transitional forest; Garúa forest

Introducción

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) representan 42% de la superficie de bosques tropicales y subtropicales del mundo, y 22% para Sudamérica (García-Villacorta, 2009). Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altitud, pudiendo llegar incluso hasta los 2,400 m (Espinosa et al., 2012). Los BTES compartidos entre Ecuador y Perú son reconocidos por su alta diversidad y endemismo, y comprenden un núcleo florístico conocido como Pacífico ecuatorial (Linares-Palomino et al., 2010) dominado por el bosque seco ecuatorial y son considerados como los ecosistemas tropicales más amenazados (Espinosa et al., 2012). Estos aparecen como parches, con altos niveles de aislamiento y de forma esporádica o discontinua, localizados desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina y sureste de Brasil (Valdez-Hernández et al., 2014).

En Ecuador, los BTES del Pacífico ecuatorial se ubican en la región costa y son conocidos como bosques secos, los mismos que presentan problemas de conservación asociados a la destrucción y degradación del hábitat por estar ubicados en zonas pobladas, generando pérdida de biodiversidad; además hay poca información, debido a que la mayoría de las investigaciones no han sido publicadas (Aguirre, Kvist et al., 2006; Aguirre, Linares-Palomino et al., 2006). Aunque se han realizado avances importantes en las zonas de Ecuador y Perú a partir del año 2000 (Aguirre y Delgado, 2005; Aguirre, Kvist et al., 2006; Aguirre, Linares-Palomino et al., 2006; García-Villacorta 2009; Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005; Linares-Palomino et al., 2010; Marcelo-Peña et al., 2007), aun así, en la costa ecuatoriana y en particular en la cordillera Chongón Colonche, se han detectado vacíos de conocimiento ubicados en la transición entre sistemas húmedos del Pacífico con los estacionales y deciduos de la costa central (Cuesta et al., 2013, 2017).

En la Cordillera Chongón Colonche (CCHC) se asienta la comuna Loma Alta, la cual ha sido pionera en temas de conservación comunitaria en la costa ecuatoriana y

posee un área protegida conocida como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta (RECLA). A pesar de su nivel de protección, aún persisten amenazas como la deforestación y fragmentación de hábitat que han sido anteriormente documentados (Astudillo et al., 2015; Bonifaz y Cornejo, 2004; Fundación Natura y KfW, 1996; Valverde et al., 1991); por ello, el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) ha considerado la cuenca del río Ayampe en la CCHC con un alto nivel de prioridad de conservación (MAE, 2006). En ese sentido, el conocimiento de la biodiversidad presente a escala local es urgente, ya que es un indicador del estado de los ecosistemas y su comprensión nos faculta ver los cambios en la estructura del paisaje con fines prácticos en el manejo y conservación ambiental (Moreno, 2001).

El objetivo del estudio es dar a conocer la composición, estructura y diversidad de la vegetación presente en la RECLA con la finalidad de que los resultados permitan promover la investigación, conservación y gestión tanto del área protegida como de la cordillera Chongón Colonche.

Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en el año 2015 en la comuna Loma Alta (01°52' S, 80° 38' O) ubicada en la provincia de Santa Elena, la cual posee una extensión de 6,842 ha, de las cuales 3,218.19 ha están como Bosque Protector creado en 1987 (Astudillo et al., 2015) (fig. 1).

Los aspectos biogeográficos de la RECLA están determinados por la CCHC que forma parte del corredor Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM), llamada también Ecorregión Terrestre del Chocó-Darién-Ecuador Occidental. La ecorregión TCM, geográficamente, se extiende desde Panamá, atraviesa el occidente de Colombia y Ecuador hasta el noroeste de Perú y es reconocida por su diversidad y endemismo albergando bosques húmedos tropicales, húmedos premontanos hasta vegetación seca como matorrales espinosos en las planicies costeras (CEPF, 2005). El endemismo florístico en Loma Alta proviene de los bosques húmedos de la región del Chocó compartida con Colombia y de los bosques secos de la

Oreanthes ecuadorensis as Critically Endangered). The structure was composed of 6 diametric classes, concentrating 81% of the individuals, and 7 altimetric classes, grouping 62%, both in the first category. Three types of vegetation were determined: a) dry forest with *Xylocarpus benthamii*; b) transitional forest with *Gustavia serrata*, and c) Garúa forest with *Rhodostemonodaphne kunthiana* as the ecologically representative species. The diversity measured from the richness species was higher (37 spp.) for the transitional forest, the average heterogeneity was higher ($H' = 2.40$ nats/ind) for the garúa forest, and the average dominance was higher ($D = 0.25$) for the dry forest. The results provide evidence that can be used to strengthen the environmental management of the protected area at the local and regional level, considering that each forest was highlighted by a characteristic, such as richness, heterogeneity and dominance.

Keywords: Loma Alta; Alpha diversity; Beta diversity; Dry forest; Transitional forest; Garúa forest

Introducción

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) representan 42% de la superficie de bosques tropicales y subtropicales del mundo, y 22% para Sudamérica (García-Villacorta, 2009). Se encuentran desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altitud, pudiendo llegar incluso hasta los 2,400 m (Espinoza et al., 2012). Los BTES compartidos entre Ecuador y Perú son reconocidos por su alta diversidad y endemismo, y comprenden un núcleo florístico conocido como Pacífico ecuatorial (Linares-Palomino et al., 2010) dominado por el bosque seco ecuatorial y son considerados como los ecosistemas tropicales más amenazados (Espinoza et al., 2012). Estos aparecen como parches, con altos niveles de aislamiento y de forma esporádica o discontinua, localizados desde el noroeste de México hasta el norte de Argentina y sureste de Brasil (Valdez-Hernández et al., 2014).

En Ecuador, los BTES del Pacífico ecuatorial se ubican en la región costa y son conocidos como bosques secos, los mismos que presentan problemas de conservación asociados a la destrucción y degradación del hábitat por estar ubicados en zonas pobladas, generando pérdida de biodiversidad; además hay poca información, debido a que la mayoría de las investigaciones no han sido publicadas (Aguirre, Kvist et al., 2006; Aguirre, Linares-Palomino et al., 2006). Aunque se han realizado avances importantes en las zonas de Ecuador y Perú a partir del año 2000 (Aguirre y Delgado, 2005; Aguirre, Kvist et al., 2006; Aguirre, Linares-Palomino et al., 2006; García-Villacorta 2009; Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005; Linares-Palomino et al., 2010; Marcelo-Peña et al., 2007), aun así, en la costa ecuatoriana y en particular en la cordillera Chongón Colonche, se han detectado vacíos de conocimiento ubicados en la transición entre sistemas húmedos del Pacífico con los estacionales y deciduos de la costa central (Cuesta et al., 2013, 2017).

En la Cordillera Chongón Colonche (CCHC) se asienta la comuna Loma Alta, la cual ha sido pionera en temas de conservación comunitaria en la costa ecuatoriana y

posee un área protegida conocida como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta (RECLA). A pesar de su nivel de protección, aún persisten amenazas como la deforestación y fragmentación de hábitat que han sido anteriormente documentados (Astudillo et al., 2015; Bonifaz y Cornejo, 2004; Fundación Natura y KfW, 1996; Valverde et al., 1991); por ello, el Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) ha considerado la cuenca del río Ayampe en la CCHC con un alto nivel de prioridad de conservación (MAE, 2006). En ese sentido, el conocimiento de la biodiversidad presente a escala local es urgente, ya que es un indicador del estado de los ecosistemas y su comprensión nos faculta ver los cambios en la estructura del paisaje con fines prácticos en el manejo y conservación ambiental (Moreno, 2001).

El objetivo del estudio es dar a conocer la composición, estructura y diversidad de la vegetación presente en la RECLA con la finalidad de que los resultados permitan promover la investigación, conservación y gestión tanto del área protegida como de la cordillera Chongón Colonche.

Materiales y métodos

El trabajo de campo se realizó en el año 2015 en la comuna Loma Alta (01°52' S, 80° 38' O) ubicada en la provincia de Santa Elena, la cual posee una extensión de 6,842 ha, de las cuales 3,218.19 ha están como Bosque Protector creado en 1987 (Astudillo et al., 2015) (fig. 1).

Los aspectos biogeográficos de la RECLA están determinados por la CCHC que forma parte del corredor Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM), llamada también Ecorregión Terrestre del Chocó-Darién-Ecuador Occidental. La ecorregión TCM, geográficamente, se extiende desde Panamá, atraviesa el occidente de Colombia y Ecuador hasta el noroeste de Perú y es reconocida por su diversidad y endemismo albergando bosques húmedos tropicales, húmedos premontanos hasta vegetación seca como matorrales espinosos en las planicies costeras (CEPF, 2005). El endemismo florístico en Loma Alta proviene de los bosques húmedos de la región del Chocó compartida con Colombia y de los bosques secos de la

región Tumbesina compartidos con Perú, a lo cual Cornejo (2018) se refiere como región occidental del Ecuador caracterizada por estos 2 grupos disímiles de bosques que difieren en composición florística, diversidad, fitogeografía y condiciones climáticas.

El clima en la CCHC está influenciado por la corriente fría de Humboldt que de junio a septiembre cambia la estacionalidad del área debido al efecto de nubosidad conocido localmente como garúa (MAE, 2013) y que contribuye con precipitación horizontal formando bosques húmedos en las partes altas (Bonifaz y Cornejo, 2004), entretanto mantiene la estructura de bosques secos en las partes bajas. La precipitación horizontal aporta 108 mm de humedad en una estación de garúa, esto es 40% del agua

que los bosques interceptan a partir de los 400 m snm, y 10% se retiene como agua subterránea (Becker, 1999; Becker et al., 2005).

En la CCHC, las condiciones climáticas varían acorde a la orografía. Por ejemplo, en las partes altas, la precipitación alcanza los 1,200 mm y una temperatura máxima de 36 °C en el día durante la estación lluviosa; así como, la precipitación aborda los 1,080 mm y los 18 °C en las noches durante la estación de garúa (Bonifaz y Cornejo, 2004). En cambio, en las partes bajas del cantón Santa Elena, la precipitación promedio interanual es de 66 mm/año con una variabilidad que asciende hasta los 200 mm/mes en la estación lluviosa y se aproxima a 0 en la estación seca, mientras que la temperatura media anual es de 23.4 °C

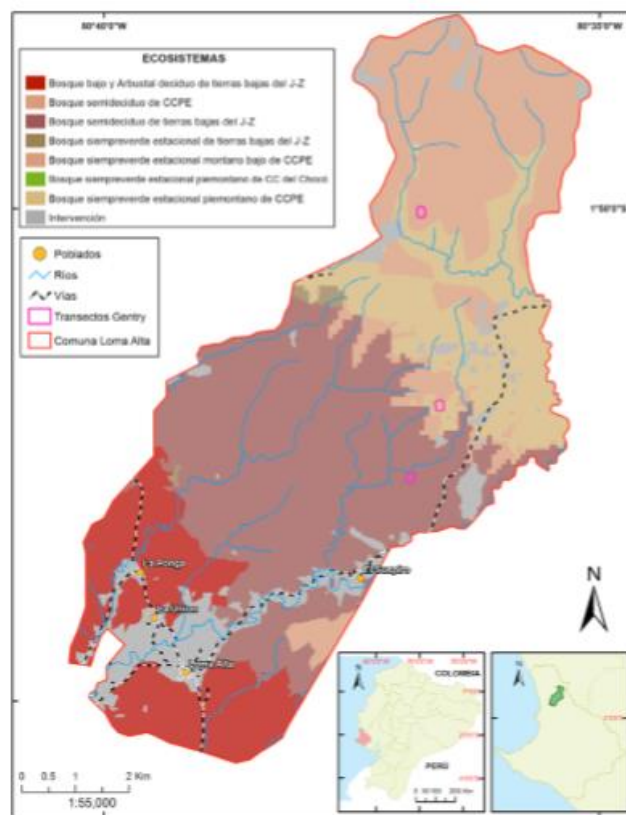


Figura 1. Ubicación de la comuna Loma Alta y su área protegida, RECLA.

(GADM Santa Elena, 2014). En Loma Alta, la altitud se inicia desde 64 m hasta los 90 m en las zonas pobladas y en la RECLA la altitud va desde los 200 m en la entrada sur hasta los 830 m en el cerro La Torre. La precipitación fue registrada por Tamariz (2016) con un valor promedio anual de 31.35 mm durante el periodo 2005 - 2015, con datos históricos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y tomados en la estación N° M0245 ubicada en el poblado de Loma Alta. La misma autora añadió que el mes de febrero fue el más lluvioso con un promedio de 101.67 mm y mayo fue el mes con menor precipitación con 6.86 mm; cabe resaltar que muchos meses los datos fueron cero.

En la RECLA, las formaciones vegetales identificadas corresponden al bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque seco); bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque de transición) y bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque de garúa) (fig. 2) (Astudillo et al., 2015).

Para el muestreo de la vegetación, se utilizó el criterio de gradiente altitudinal recomendado por Whittaker (1960) para establecer subgrupos de formación vegetal a 100 m snm (bosque seco), a 300 m snm (bosque de transición) y a 500 m snm (bosque de garúa), en donde se estableció un transecto lineal de 1,000 m en cada tipo de vegetación y se monitoreó la dinámica vegetal con muestreos mensuales durante 12 meses. En cada transecto lineal, se determinó un área transversal para aplicar el método de Gentry (1995) que consiste en dividir una parcela de 1,000 m², en 10 transectos de 50 m × 2 m efectuando un censo de plantas leñosas (fanerófitas) de 2.5 cm de diámetro en altura del pecho (DAP) o superior. Los transectos de Gentry se ubicaron a 164 m snm (UTM 0542807 - 9792271), a 300 m snm (UTM 0543375 - 9793627) y a 466 m snm (UTM 0543021 - 9797342) recolectando datos durante la época lluviosa (e.g., enero) y la época seca (e.g., junio).

La identificación de especies botánicas fue basada en el "Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador" (Jørgensen y León-Yáñez, 1999), así como trabajos efectuados en el área (Astudillo et al., 2015; Bonifaz y Cornejo, 2004) y otras publicaciones de la región costera (Dodson y Gentry 1978, 1991; Dodson et al., 1985; Valverde y Pérez, 2012; Valverde et al., 1979, 1991). El ordenamiento de especies angiospermas se basó en el Sistema de Clasificación del APG III (Bremer et al., 2009) y la base de datos Tropicos (2019; <http://www.tropicos.org>). La identificación de especies endémicas y su estatus de conservación se basó en el "Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador" (León-Yáñez et al., 2011) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de



Figura 2. Formaciones vegetales presentes en la RECLA. a), Bosque deciduo de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque seco); b), bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque de transición), y c), bosque siempreverde estacional montano bajo de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial (i.e., bosque de garúa).

la Naturaleza (UICN, 2019) y Tropicos (2019; <http://www.tropicos.org>). Adicionalmente, se tomaron fotografías y se recolectaron muestras fértiles de las especies consideradas representativas para estos sitios o de las cuales se tenían duda. Las muestras fueron identificadas en el Laboratorio de Ciencias Ambientales de la Universidad Especialidades Espíritu Santo y llevadas al Herbario Nacional de Loja, donde fueron depositadas.

La estructura vegetal se definió mediante parámetros dasométricos y volumétricos, y con estos datos, se obtuvo el índice de valor de importancia (IVI) que resalta la relevancia ecológica relativa de las especies en las comunidades vegetales acorde al carácter y la estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956; Curtis, 1959; Soler et al., 2012), las clases diamétricas y altimétricas abarcaron una escala de 10 cm y 5 m, respectivamente.

La diversidad alfa (α) se estimó desde el componente de heterogeneidad mediante el índice de Shannon-Wiener (H'), el cual se representó en unidades nats por individuo (nats/ind) y desde el componente de dominancia dado por el índice de Simpson (D) según lo sugiere Moreno (2001) (tabla 1). También, se emplearon estimadores no paramétricos para conocer la riqueza en los 3 tipos de bosques. Estos estimadores consideran las especies pocas abundantes o raras (Colwell y Coddington, 1994), por su enfoque en la extrapolación del número de especies faltantes para conocer si el muestreo realizado fue suficiente (Poulin, 1998). Moreno (2001) sugiere Chao 2 por ser un estimador menos sesgado para muestras pequeñas y como medidas complementarias de los análisis de diversidad.

Tabla 1

Índices de diversidad alfa utilizados en el presente estudio, adaptado de: Moreno (2001); Aguirre (2013); Campo y Duval (2014).

Tipo de índice	Fórmula	Condición
Índice de Shannon (H')	$H' = -\sum (P_i) \ln P_i$	0 - 1.35 diversidad baja
		1.36 - 3.5 diversidad media
		> 3.6 diversidad alta
Índice de Simpson (D)	$D = \sum (P_i)^2$	0.01 - 0.33 dominancia baja (diversidad alta)
		0.34 - 0.66 dominancia media (diversidad media)
		> 0.67 dominancia alta (diversidad baja)

Donde: P_i = abundancia proporcional de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Se estimó también la diversidad β desde la propiedad de reemplazo en cada tipo de bosque mediante el índice de Whittaker, que ha sido el más utilizado para diferentes trabajos (Koleff et al., 2003; Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984) y por ser el más robusto; su fórmula es:

$$\beta_w = S / \alpha - 1$$

donde S es el número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma) y α es el número promedio de especies en las muestras (Moreno, 2001).

Para comparar comunidades mediante diferencias, se empleó el índice de Bray-Curtis por considerar valores cuantitativos y ha sido utilizado en otros estudios de comunidades vegetales (Aragón et al., 2010; Moreno, 2001; Yepes et al., 2007; Zacarias et al., 2011). La fórmula es:

$$C_N = 2jN / (N_a + N_b)$$

donde N_a es el total número de individuos en el sitio a, N_b es el total del número de individuos del sitio b, $2jN$ es la suma de la menor de las dos abundancias para las especies encontradas en ambos sitios (Newton, 2007). El valor 0 indica que no hay especies compartidas y 1 que poseen la misma composición (Moreno, 2001) y sobre la base de esto se realizó un escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) mencionado por Clarke y Warwick (2001) por ser métodos robustos para identificar y sugerir patrones en ecología de comunidades (La Torre-Cuadros y Linares-Palomino, 2008; McCune et al., 2002). Con el objetivo de determinar posibles diferencias significativas entre las formaciones vegetales, se utilizó un análisis de similitud (Anosim) y para conocer las especies leñosas representativas de cada bosque, se empleó el análisis de similitudes porcentuales (Simpser), según Clarke y Gorley (2006).

Siguiendo los patrones elevacionales, se planteó la hipótesis de que la riqueza se incrementa positivamente con la altitud. Para ponerlo a prueba, se determinaron posibles diferencias en la estructura comunitaria vegetal tales como la riqueza, abundancia, equitatividad y diversidad entre bosques utilizando un análisis de varianza no paramétrico de Kuskal-Wallis (KW) al comprobar el no cumplimiento de los supuestos de normalidad (Kolmogorov Smirnov) y homocedasticidad (Zar, 1996). Los datos fueron expresados en cajas y bigotes acorde con las recomendaciones de Boyer et al. (1997).

Los análisis de diversidad fueron realizados con el programa PAST versión 3.16 (Hammer et al., 2001) y para medir la similitud, se elaboró una matriz con las abundancias absolutas. Los análisis estadísticos de la estructura comunitaria, (nMDS-Anosim-Simpser) se efectuaron con PRIMER versión 6 (Clarke y Goley, 2006).

Resultados

Se registraron 35 órdenes, 82 familias, 209 géneros y 283 especies. Las familias más representativas fueron Fabaceae (26 spp.), Araceae y Bromeliaceae (19 spp. cada una), Rubiaceae (10 spp.) y Gesneriaceae (11 spp.); por otra parte, los géneros con mayor riqueza fueron *Anthurium* (9 spp.), *Tillandsia* (7 spp.), *Inga* (6 spp.), *Philodendron*, *Guzmania* y *Cordia* (5 spp. cada una); la vegetación leñosa encontrada en los transectos de Gentry fue de 37 familias y 68 especies, destacándose las familias Fabaceae (7 spp.), Euphorbiaceae (5 spp.) y Rubiaceae (4 spp.).

El endemismo incluyó 101 especies (36%) con distribución a nivel local, nacional y regional acorde a las zonas biogeográficas. El endemismo local se dividió en 3 niveles; la región occidental que se circunscribe hasta el oeste de los Andes ecuatorianos con un total de 22 especies (22%), la región natural costa con 11 especies (11%) y la CCHC con 5 especies (5%). Trece especies (13%) son propias del país. El endemismo compartido se enmarcó como las ecorregiones constituidas por TCM, Chocó, Tumbesina y otros, en los cuales se registraron

13 (13%), 16 (16%), 18 (18%) y 3 (3%) especies, respectivamente (Apéndice). También se ubicaron 87 (31%) especies vegetales en alguna categoría de conservación, considerando como en peligro crítico (CR) a *Oreanthus ecuadorensis*, 16 spp. (18%) en la categoría en peligro (EN), 11 spp. (13%) como vulnerables (VU), 10 spp. (11%) como casi amenazadas (NT), 41 spp. (47%) en preocupación menor (LC), con datos deficientes (DD) y no evaluada (NE) 1 sp. (1%) cada una; así como 6 spp. (7%) fueron registradas como CITES (Apéndice). Las especies más representativas considerando el tipo de endemismo y el grado de amenaza fueron: *Annona oligocarpa* (anona), *Capparidastrium bonifazianum* (guineo de monte), *Croton rivinifolius* (chala), *Inga laurina* (guaba), *Gustavia serrata* (membrillo), *Inga carinata* (guaba), *Matisia grandifolia* (molinillo), *Cedrela odorata* (cedro de Castilla), *Sorocea sarcocarpa* (tillo chino), *Phytalephas asquatorialis* (tagua) y *Randia carlosiana* (cañafito).

En el bosque seco, de acuerdo con el IVI, las 3 especies mejor representadas fueron *Xylosma benthamii* (25%), *Gallesia integrifolia* (19%) y *Casearia aculeata* (11%) (tabla 2). La estructura horizontal estuvo conformada por

Tabla 2

Estructura del bosque seco. Se muestra la abundancia, frecuencia, dominancia y el Índice de Valor de Importancia (IVI) al 100%. a = absoluta; r = relativa.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI al 100%
	a	r	a	r	a	r	
<i>Acalypha cuneata</i>	1	0.66	1	1.64	0.01	1.81	1.37
<i>Albizia multiflora</i>	1	0.66	1	1.64	0.00	0.29	0.86
<i>Casearia aculeata</i>	19	12.58	9	14.75	0.06	6.86	11.40
<i>Cynophalla heterophylla</i>	13	8.61	7	11.48	0.02	2.49	7.53
<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	0.66	1	1.64	0.02	1.92	1.41
<i>Coccoloba ovata</i>	2	1.32	1	1.64	0.03	3.79	2.25
<i>Cordia alliodora</i>	7	4.64	4	6.56	0.10	12.65	7.95
<i>Croton rivinifolius</i>	4	2.65	2	3.28	0.01	0.91	2.28
<i>Erythroxylum glaucum</i>	3	1.99	1	1.64	0.01	0.98	1.54
<i>Gallesia integrifolia</i>	16	10.60	8	13.11	0.26	32.92	18.88
<i>Gouania polygama</i>	2	1.32	1	1.64	0.00	0.52	1.16
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	4.64	5	8.20	0.04	5.05	5.96
<i>Leucaena trichodes</i>	2	1.32	1	1.64	0.01	1.07	1.35
<i>Libidibia glabrata</i>	1	0.66	1	1.64	0.00	0.12	0.81
<i>Tournefortia glabra</i>	5	3.31	2	3.28	0.01	0.81	2.47
<i>Xylosma benthamii</i>	57	37.75	10	16.39	0.15	19.23	24.46
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	10	6.62	6	9.84	0.07	8.58	8.34
Total	151	100.00	61	100.00	0.80	100.00	100.00

2 clases diamétricas concentrando 83% la primera clase (fig. 3a) y mostrando una jota invertida no bien definida en la gráfica. La estructura vertical estuvo constituida por 2 clases altimétricas agrupando 79% la primera clase (fig. 3b).

En el bosque de transición, las especies con mayor IVI fueron *Gustavia serrata* (20%), *Urea caracasana* (10%) y *Cordia alliodora* (8%) (tabla 3). La estructura horizontal estuvo compuesta por 4 clases diamétricas reuniendo 88% la primera clase (fig. 3a) y su gráfica fue una jota invertida bien definida. La estructura vertical estuvo establecida por

3 clases altimétricas congregando 57% la primera clase (fig. 3b).

En el bosque de garúa, las especies representativas acorde al IVI fueron *Rhodostemonodaphne kunthiana* (18%), *Matisia grandifolia* (14%) y *Randia carlosiana* (7%) (tabla 4). La estructura horizontal estuvo formada por 6 clases diamétricas reclutando 73% la primera clase (fig. 3a) y su gráfica fue una jota invertida típica de bosques tropicales. La estructura vertical estuvo distribuida en 7 clases altimétricas concentrando el 49% en la primera clase (fig. 3b).

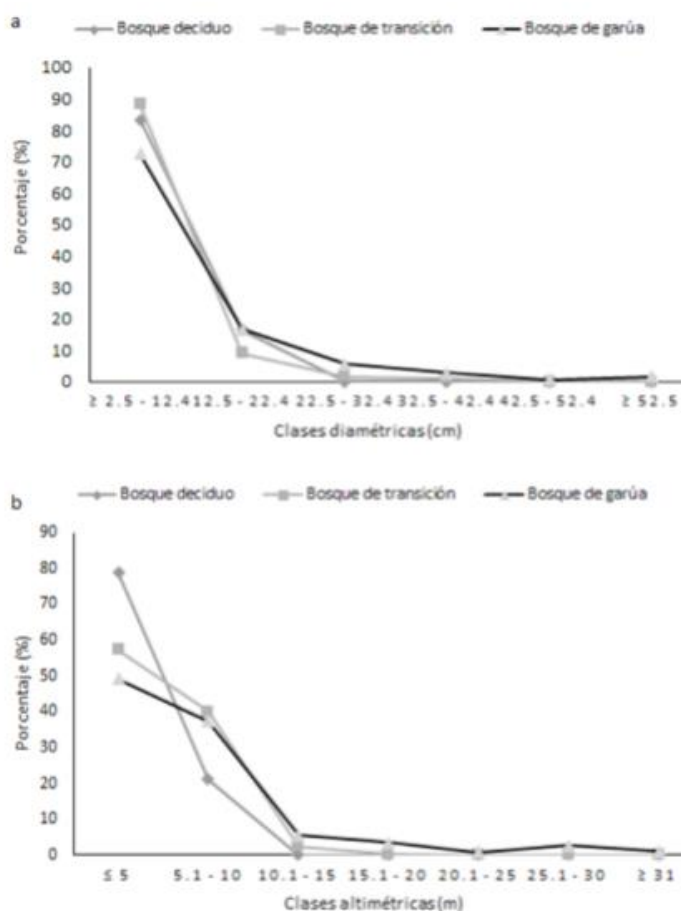


Figura 3. Estructura vegetal de la RECLA. Se muestran las clases diamétricas (a) y altimétricas (b).

Tabla 4

Estructura del bosque de garúa. Se muestra la abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia (IVI) al 100%.
a = Absoluta; r = relativa.

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI al 100%
	a	r	a	r	a	r	
<i>Acalypha cuneata</i>	5	1.32	4	2.58	0.01	0.03	1.31
<i>Aegiphila alba</i>	3	0.79	2	1.29	0.06	0.32	0.80
<i>Alchornea leptogyna</i>	3	0.79	3	1.94	0.01	0.04	0.92
<i>Annona oligocarpa</i>	9	2.37	5	3.23	0.04	0.23	1.95
<i>Bactris setulosa</i>	3	0.79	3	1.94	0.03	0.16	0.96
<i>Beilschmiedia alloiophylla</i>	12	3.17	6	3.87	0.35	1.97	3.00
<i>Calatola costaricensis</i>	32	8.44	10	6.45	0.53	3.02	5.97
<i>Cappariadistrum bonifazianum</i>	1	0.26	1	0.65	0.00	0.02	0.31
<i>Cecropia angustifolia</i>	2	0.53	2	1.29	0.14	0.80	0.87
<i>Cecropia obtusifolia</i>	6	1.58	4	2.58	0.01	0.06	1.41
<i>Chamaedorea linearis</i>	17	4.49	8	5.16	0.04	0.23	3.29
<i>Chrysochlamys dependens</i>	4	1.06	3	1.94	0.02	0.09	1.03
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	3	0.79	3	1.94	0.07	0.40	1.04
<i>Cordia collococca</i>	3	0.79	2	1.29	0.00	0.02	0.70
<i>Cupania latifolia</i>	12	3.17	6	3.87	0.58	3.28	3.44
<i>Dendropanax macrocarpus</i>	1	0.26	1	0.65	0.01	0.05	0.32
<i>Dussia lehmannii</i>	18	4.75	8	5.16	0.93	5.27	5.06
<i>Garcinia madruno</i>	5	1.32	5	3.23	0.06	0.37	1.64
<i>Gustavia serrata</i>	9	2.37	6	3.87	0.05	0.25	2.17
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	2	0.53	2	1.29	3.00	16.95	6.26
<i>Inga cavinata</i>	2	0.53	2	1.29	0.00	0.01	0.61
<i>Maquira guianensis</i>	4	1.06	4	2.58	0.16	0.93	1.52
<i>Matisia grandifolia</i>	99	26.12	10	6.45	1.60	9.06	13.88
<i>Mollinedia ovata</i>	3	0.79	1	0.65	0.00	0.02	0.49
<i>Myrcia splendens</i>	1	0.26	1	0.65	0.01	0.04	0.32
<i>Nectandra subbullata</i>	19	5.01	9	5.81	0.50	2.83	4.55
<i>Pentagonia grandiflora</i>	4	1.06	3	1.94	0.02	0.11	1.03
<i>Piper squamulosum</i>	4	1.06	4	2.58	0.00	0.03	1.22
<i>Psychotria hazenii</i>	17	4.49	7	4.52	0.04	0.21	3.07
<i>Randia carlosiana</i>	47	12.40	10	6.45	0.40	2.29	7.05
<i>Rhodostemonodaphne kuntiana</i>	4	1.06	3	1.94	8.86	50.08	17.69
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i>	6	1.58	5	3.23	0.01	0.08	1.63
<i>Tetrorchidium andinum</i>	7	1.85	4	2.58	0.11	0.62	1.68
<i>Urera caracasana</i>	8	2.11	5	3.23	0.00	0.01	1.78
<i>Vasconcellea microcarpa</i>	2	0.53	2	1.29	0.00	0.01	0.61
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	2	0.53	1	0.65	0.02	0.11	0.43
Total	379	100.00	155	100.00	17.69	100.00	100.00

En los transectos realizados en el bosque seco se encontraron 17 especies (13 spp. arbóreas y 4 spp. arbustivas) representadas en un total de 151 individuos pertenecientes a 13 familias. La diversidad, desde el componente de heterogeneidad (H'), registró un valor promedio de 1.56 nats/ind y la dominancia un valor promedio de 0.27 (tabla 5). La diversidad en los transectos fue mayor para el T1 (1.95 nats/ind) y menor para el T2 (0.94 nats/ind); entretanto, la dominancia fue inversa, mayor para el T2 (0.43) y menor en T1 (0.16) (tabla 5).

En los transectos realizados en el bosque de transición se reconocieron 37 especies (34 spp. arbóreas y 3 spp. arbustivas) relacionadas a 353 individuos que corresponden a 25 familias. Mediante el índice de Shannon-Wiener, se estimó un valor promedio de 2.18 nats/ind y la dominancia un valor promedio de 0.17 (tabla 5). La diversidad en los transectos fue mayor para el T8 (2.46 nats/ind) y menor para el T4 (1.95 nats/ind); mientras que la dominancia fue mayor para el T10 (0.24) y menor en T8 (0.11) (tabla 5).

En los transectos realizados en el bosque de garúa, se identificaron 36 especies (35 spp. arbóreas y 1 sp. arbustiva) y 379 individuos propios a 28 familias. El índice de Shannon-Wiener mostró una heterogeneidad promedio de 2.40 nats/ind y el índice de Simpson valoró la dominancia promedio de 0.13 (tabla 5). La diversidad en los transectos fue mayor para el T10 (2.78 nats/ind) y menor para el T1 (1.92 nats/ind); mientras que la dominancia inversa a la heterogeneidad, es decir fue mayor para el T1 (0.27) y menor en T10 (0.08) (tabla 5).

En términos generales, la diversidad comparada por tipo de bosque y desde el componente de riqueza específica fue mayor para el bosque de transición; mientras que la heterogeneidad demostró ser mayor en el bosque de garúa y menor para el bosque seco, así como la dominancia fue mayor en el bosque seco y menor en el de garúa (fig. 4).

El estimador Chao 2 indicó que la riqueza para los transectos realizados en el bosque seco, bosque de transición y bosque de garúa fue 18 (18.66 especies; DS = 8.39), 36 (36.45 especies; DS = 6.91) y 35 (35.34 especies; DS = 2.62) especies respectivamente; lo que nos indica que para cada uno de estos bosques hubo una cobertura de la muestra promedio de 98%. Esto último es un indicador de que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado y representativo para el área de estudio.

La diversidad beta, desde el componente de reemplazo, fue mayor para el bosque seco ($\beta_w = 1.78$), seguido por el bosque de transición ($\beta_w = 1.74$) y del bosque de garúa ($\beta_w = 1.29$).

El análisis nMDS basado en el índice de Bray-Curtis detectó diferencias significativas ($R = 0.99$, $p < 0.05$) entre los bosques (fig. 5), así también como el Anosim ($R = 0.99$; $p < 0.01$). El análisis Simper indicó las especies representativas que contribuyeron a la similitud en cada tipo de vegetación con menos de 60% para cada uno, las mismas que coincidieron con algunas especies del IVI que definió la estructura del bosque (tabla 6). Sin embargo, la disimilitud es mayor a 85% entre bosques, siendo la máxima de 96% entre el bosque seco y de

Tabla 5
Índices de diversidad α de la RECLA.

Diversidad α		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Promedio
Bosque seco	Riqueza	8	3	7	4	5	8	7	6	7	6	6.1
	Individuos	13	9	20	14	13	20	23	11	16	12	15.1
	H'	1.95	0.94	1.85	0.99	1.52	1.79	1.48	1.64	1.72	1.71	1.56
	Dominancia	0.16	0.43	0.18	0.47	0.24	0.22	0.32	0.22	0.22	0.19	0.27
Bosque de transición	Riqueza	14	11	14	13	12	16	15	15	12	13	13.50
	Individuos	34	44	48	39	27	42	31	27	28	33	35.30
	H'	2.27	2.11	1.96	1.95	2.08	2.39	2.37	2.46	2.19	2.00	2.18
	Dominancia	0.14	0.15	0.22	0.22	0.19	0.13	0.13	0.11	0.15	0.24	0.17
Bosque de garúa	Riqueza	14	17	12	18	16	16	18	11	15	20	15.7
	Individuos	40	33	28	38	38	41	42	45	34	40	37.9
	H'	1.92	2.58	2.19	2.63	2.43	2.41	2.43	2.15	2.52	2.78	2.40
	Dominancia	0.27	0.10	0.15	0.09	0.12	0.13	0.14	0.14	0.10	0.08	0.13

T1 - T10: Transectos

H' : Diversidad de Shannon-Wiener (estima la heterogeneidad de la comunidad)

nats/ind: Unidad logarítmica base e de entropía del índice de Shannon-Wiener.

garía confirmando que cada uno presenta una vegetación particular.

El análisis de KW mostró diferencias significativas en la riqueza (KW: 22.53, $p < 0.05$), abundancia (KW: 20.33, $p < 0.05$), diversidad (KW: 22.22, $p < 0.05$) y

equitatividad (KW: 7.98, $p < 0.05$) por tipo de bosque. La riqueza específica promedio fue de 12 especies con un mínimo de 6 para el bosque seco y un máximo de 16 para el bosque de garúa (fig. 6a). La abundancia promedio fue de 30 individuos/transecto, considerando su valor mínimo de 15.1 en el bosque seco y un valor máximo de 39.8 en el bosque de garúa (fig. 6b). La diversidad promedio fue de 2.99 nats/ind, mientras que la menor fue de 2.24 nats/ind en el bosque seco y la mayor fue de 3.57 nats/ind en el bosque de garúa (fig. 6c). La equitatividad exhibió un promedio de 0.86 con valor mínimo de 0.83 en el bosque de transición y un valor máximo de 0.88 en el bosque de garúa (fig. 6d).

Discusión

La presente investigación muestra el gran potencial de esta región para albergar especies vegetales. La investigación previa de Bonifaz y Cornejo (2004) a partir de los 400 m snm reportó 218 especies y 58 familias; en el presente estudio se registraron 65 especies más, probablemente debido a que se incluyó sectores más bajos como el bosque seco que se encuentra a 100 m snm. El estudio cualitativo de Astudillo et al. (2015) coincide en su composición vegetal leñosa con el presente trabajo, con la excepción de *Alchornea leptogyna*, *Arrabidaea candicans*, *Dussia lehmannii*, *Coccoloba ovata* y *Xylosma benthamii* que se reportaron en esta investigación.

Estudios previos realizados en los bosques secos de Ecuador y Perú (Aguirre, Kvist et al., 2006; Aguirre, Linares-Palomino et al., 2006; Linares-Palomino et al., 2010) indican que las familias leñosas con mayor riqueza fueron las Fabaceae con 70 especies; seguidas por Malvaceae con 19 spp.; Boraginaceae, Cactaceae y Moraceae con 12 spp. cada una, patrón coincidente, con Gentry (1995) y

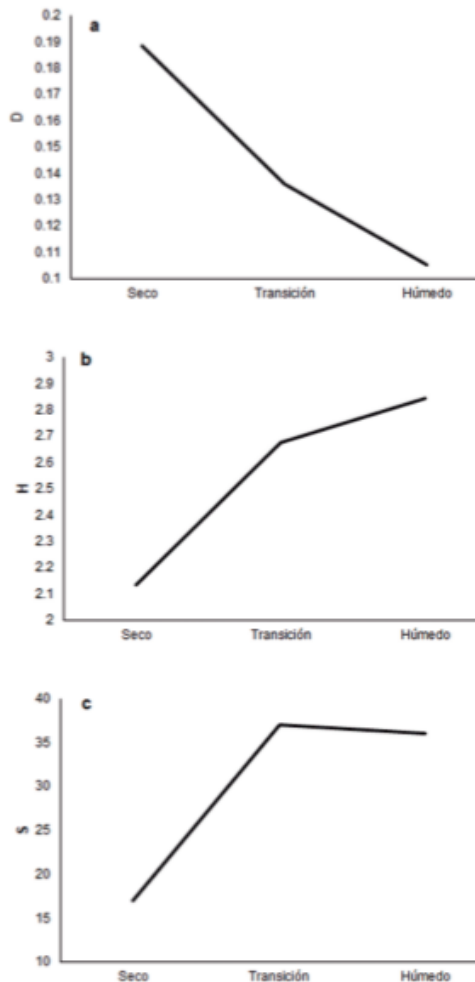


Figura 4. Diversidad α comparada desde los componentes de dominancia (D) —gráfica a; heterogeneidad (H) —gráfica b, y riqueza (S) —gráfica c, y para cada tipo de vegetación presente en la RECLA.



Figura 5. Diagrama de ordenación con nMDS de las comunidades vegetales presentes en la RECLA.

Pennington et al. (2006), quienes señalaron que en estos ecosistemas prevalecen las Fabaceae. El mismo patrón de composición florística fue verificado en este estudio, ya que se destacó la familia Fabaceae como la más rica en especies (18 spp.) en el bosque seco.

Por otra parte, el bosque de garúa también aporta a la diversidad taxonómica y al endemismo local presente en la

CCHC ubicado dentro de los BTES del Pacífico ecuatorial (Astudillo et al. en prensa) y este patrón se verifica en este estudio al reportar que el bosque de garúa aporta con 61% al total de la diversidad florística para Loma Alta.

Otros trabajos realizados en los BTES de Ecuador se concentran en el sur (e.g., provincia de Loja) y uno similar al presente fue el realizado por Aguirre et al. (2013) que

Tabla 6
Análisis SIMPER según el tipo de formación vegetal en la RECLA.

Tipo de vegetación	Especie	Promedio de similaridad	Abundancia promedio	Contribución (%)	Acumulación (%)
Bosque seco (BsPc01)	<i>Xylosma berthamii</i>	50.55	2.29	35.66	35.66
	<i>Casearia aculeata</i>		1.27	18.24	53.92
	<i>Gallsia integrifolia</i>		1.09	13.49	67.39
	<i>Cynophalla heterophylla</i>		0.94	9.98	77.37
	<i>Ziziphus thymiflora</i>		0.76	6.85	84.22
Bosque de transición (BePC02)	<i>Gustavia serrata</i>	50.58	3.34	32.48	32.48
	<i>Cappariastrium bonifacianum</i>		1.1	9.27	54.80
	<i>Acalypha cuneata</i>		1.22	7.43	62.20
	<i>Bactris setulosa</i>		1.08	6.09	68.29
	<i>Urera caracasana</i>		1.7	13.05	45.53
Bosque de garúa (BeBc01)	<i>Maquira guianensis</i>	55.94	3.07	21.25	21.25
	<i>Psychotria hazenii</i>		2.12	14.6	35.85
	<i>Calatola costaricensis</i>		1.71	11.11	46.96
	<i>Myrcia splendens</i>		1.29	7.99	54.95
	<i>Chamaedorea linearis</i>		1.16	6.70	61.65

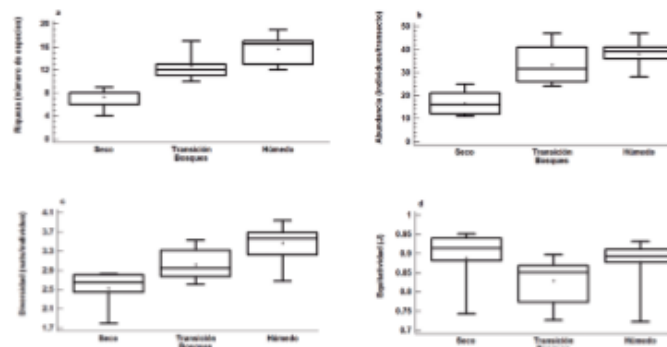


Figura 6. Variación espacial de la estructura comunitaria de la vegetación en la RECLA. Se presenta la riqueza (a), la abundancia (b), la diversidad (c) y la equitatividad (d) para cada tipo de bosque.

se refiere a la composición y estructura de los bosques secos de la provincia de Loja ubicados entre 197 y 1,000 m snm. Aguirre et al. (2013) identificaron 58 especies dentro de 29 familias con especies ecológicamente importantes como *Ceiba trichistandra*, *Simira ecuadorensis*, *Tabebuia chrysantha*, *Eriotheca ruizii* y *Terminalia valverdeae*. Aunque el presente estudio se realizó en un rango altitudinal menor (desde los 100 a 500 m snm) y en una sola localidad, se obtuvo una mayor riqueza específica (68 spp.) en los transectos, pero además, las especies con mayor IVI difieren entre ambas áreas. Estos resultados están asociados a la existencia de los bosques de garúa en la parte alta en nuestra área de estudio y esto a su vez, coincide con Astudillo et al. (en prensa), en que es en el sector biogeográfico de la cordillera costera del Pacífico ecuatorial donde acontecen condiciones climáticas particulares aunado a la topografía del área.

La estructura diamétrica encontrada en el presente estudio, donde la primera categoría concentra los individuos, exterioriza el problema de la deforestación en esta área protegida que exhibe un bosque joven secundario en crecimiento y es un indicador de la problemática de conservación que enfrentan los BTES del Pacífico ecuatorial, lo cual concuerda con lo publicado en otros tipos de BTES de Ecuador y Perú (Aguirre et al., 2013; Espinosa et al., 2012; García-Villacorta, 2009; Marcelo-Peña et al., 2007). Se debe destacar que en el bosque de garúa aún se localizaron árboles aislados con diámetros cercanos y mayores a 100 cm como remanente del bosque primario.

Con respecto a la diversidad de los BTES del Ecuador, un estudio realizado en el Bosque Protector Chongón Colonche, por Jadán et al. (2014), muestra datos de la diversidad alfa mediante los índices de Shannon-Wiener y Simpson, cuyos valores oscilan entre 2.22 a 2.65 y 0.82 a 0.90, respectivamente; asimismo, el estudio para la provincia de Loja por Aguirre et al. (2013) indicó valores entre 2.45 a 2.75 para el primero y 0.85 a 0.91 para el segundo índice. Los resultados del índice de Shannon-Wiener en ambas investigaciones concuerdan con los rangos de valores medios que van de 1.36 a 3.5 descritos por varios autores (Aguirre, 2013; Campo y Duval, 2014; Moreno, 2001; Ramírez, 2006) y que son semejantes a los de esta investigación. Se debe destacar que el valor más alto de diversidad α observado desde la propiedad de riqueza específica y heterogeneidad corresponde al de esta investigación y para el bosque de garúa, el cual presentó una riqueza específica de 36 spp. y un $H' = 2.84$ nats/ind. Contrastando los datos de los BTES de Ecuador con los de Perú, los bosques de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Amotape y Tumbes) tienen valores de 1.17 a 3.03 para Shannon -Wiener (Leal-Pinedo y Linares-

Palomino, 2005); mientras, en los bosques de Jaén los resultados oscilaron entre 2.9 a 4.1 (Marcelo-Peña et al., 2007). En consecuencia, los datos obtenidos en la RECLA se mantienen como valores medios comparados con los bosques del norte de Perú.

Los porcentajes de completitud (que estuvieron alrededor de 100%) evidencian un muestreo satisfactorio y se pueden haber logrado debido a que los bosques secos son hábitats poco heterogéneos y según López y Williams (2006), los sistemas muy heterogéneos necesitarían un número mayor de muestreo para completar el inventario.

El análisis de ordenación nMDS-Anosim-Simper mostró alta disimilitud entre la composición florística leñosa y determinó 3 grupos diferentes de bosque, coincidiendo con el estudio cualitativo de Astudillo et al. (2015). La caracterización de los ecosistemas para la CCHC fue reportada por el MAE (2013) y en este trabajo se compendian todas las clasificaciones florísticas y bioclimáticas anteriores (Aguirre, Kvist et al., 2006; Josse et al., 2003; Sierra, 1999) para establecer un sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental. En Loma Alta se identificaron 3 de los 4 tipos de vegetación descritos para la cordillera costera del Pacífico ecuatorial.

El análisis de la prueba K-W reveló diferencias estadísticas significativas en la riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad a lo largo de un gradiente altitudinal destacándose la diversidad α por marcar una tendencia de aumento. Pese a estos resultados, no se podría confirmar que los patrones la diversidad aumentan con la altitud debido a que el rango altitudinal estudiado no fue amplio. Los patrones de diversidad a lo largo de gradientes altitudinales se explican en 2 tendencias: el descenso de la riqueza específica conforme se aumenta la altitud y, la concentración de la riqueza en intervalos de altitudes medias (Colwell y Hurt, 1994; Colwell y Lees, 2000; Grytnes y McCain, 2007; McCain y Grytnes, 2010). Esto se puede notar en el estudio regional de Girardin et al. (2014), en la estructura y diversidad de los bosques andinos de Bolivia, Perú y Ecuador, donde se registró un decremento en la riqueza de especies a medida que la altitud aumentaba; mientras que Medrano-Meraz et al. (2017), describió mayor riqueza arbórea en rangos medios de altitud en la región de El Salto en México. Adicionalmente, se debe considerar que en sistemas montañosos, los factores ambientales influyen en la distribución espacial de la biodiversidad.

La contribución en el conocimiento ecológico y económico que los BTES aportan a la sostenibilidad ambiental y humana, contrasta con el estado de conservación actual que presenta la cordillera Chongón Colonche y que requieren de atención inmediata ya que el conocimiento de estos bosques secos es limitado. Los resultados de esta

investigación proporcionan evidencia basados en criterios científicos para fortalecer la gestión ambiental del área protegida a nivel local y regional.

El presente estudio permite incrementar el conocimiento sinecológico vegetal de los BTES del Pacífico ecuatorial ubicados en la RECLA y de la cordillera Chongón Colonche; además de actualizar el listado con un total de 283 especies botánicas. La estructura horizontal y vertical está determinada por 6 clases diamétricas y 7 altimétricas, las cuales concentran 80% y 62% de los individuos en la primera categoría, respectivamente; estos resultados se asocian con la estructura de bosques jóvenes. La diversidad α estimada es similar a la de otros bosques de la región; sin embargo, es importante destacar que en el presente estudio se reporta el valor más alto de diversidad α observado desde la propiedad de riqueza específica y heterogeneidad. El presente estudio evidencia la presencia de 3 tipos de bosque con similitud baja entre ellos y donde la diversidad se incrementa con la altitud.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento al Centro de Investigaciones de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES) por el financiamiento para la ejecución de este proyecto UEES-2014-ART-002. Al Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), a través de su Dirección Provincial de Santa Elena, por el permiso de investigación correspondiente N° 017-15 IC-FAU-DPSE-MA. Al Herbario Nacional de Loja y a su director, Zhofre Aguirre, por la colaboración en la recepción de las muestras botánicas. A la comunidad de Loma Alta, sus guardabosques Crisóforo Rodríguez y Narciso Ramírez, a Mauricio Torres y a todos los estudiantes que aportaron para realizar este proyecto.

Apéndice 1. Listado de las especies vegetales encontradas en la Comuna Loma Alta. Se indica familia, especie, forma de crecimiento, tipo de endemismo, categoría de conservación y el tipo de bosque donde se ha reportado. Simbología: endemismo compartido: Tumbes Chocó Magdalena = TCM; Chocó = CH; Tumbesina = T; Otros = nombres de países; endemismo nacional = Ec; endemismo local (cordillera Chongón Colonche = CCHC*; región costa = Ec Costa; occidente Andes = Ec Oeste). Categoría de conservación: en peligro = EN, vulnerables = VU, casi amenazada = NT, preocupación menor = LC y no evaluado = NE). Tipo de bosque donde se ha reportado (bosque seco = 1, bosque de transición = 2 y bosque de garúa = 3). Nota: CCHC* significa que el espécimen fue reportado en lugares de la Chongón Colonche, pero por carencia de investigación no se confirma que sólo esté distribuido en esta área.

Familia	Especie	Forma de crecimiento	Endemismo	Categoría de conservación	Tipo de bosque
Aspleniaceae	<i>Asplenium auriculatum</i> Sw.	Epífito			2, 3
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuneatum</i> Lam.	Epífito			3
Cyatheaceae	<i>Alsophila cuspidata</i> (Kunze) D.S. Conant	Helecho arbóreo			3
Dryopteridaceae	<i>Megalastrum subincisum</i> (Willd.) A. R. Sm. et R.C. Moran	Epífito			3
Lomariopsidaceae	<i>Cyclopeltis semicordata</i> (Sw.) J. Sm.	Epífito			3
Lycopodiaceae	<i>Huperzia taxifolia</i> (Sw.) Trevis	Epífito			2,3
Lygodiaceae	<i>Lygodium venustum</i> Sw.	Epífito			1,2
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	Herbáceo			3
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum coarctatum</i> (Kunze) Fée	Epífito			3
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum phyllitidis</i> (L.) C. Presl	Herbáceo o Epífito			3
Polypodiaceae	<i>Microgramma fuscopunctata</i> (Hook.) Vareschi	Epífito			3
Polypodiaceae	<i>Pecluma swrybasi</i> (C. Chr.) M.G. Price	Herbáceo			3
Polypodiaceae	<i>Polypodium dulce</i> Poir.	Herbáceo o Epífito			3
Polypodiaceae	<i>Polypodium favorum</i> R.C. Moran et B. Ollg.	Herbáceo	T		3

Anexo 22: Artículo publicado en la Revista Ecología Aplicada

Ecología Aplicada, 18(2), 2019

ISSN 1726-2216 Versión impresa / ISSN 1993-9507 Versión electrónica

Depósito legal 2002-5474

© Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Presentado: 22/08/2018

Aceptado: 20/10/2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18n2.1334>

FLORA LEÑOSA DEL BOSQUE DE GARÚA DE LA CORDILLERA CHONGÓN COLONCHE, SANTA ELENA – ECUADOR

THE WOODY FLORA OF THE DRIZZLE (GARUA) FOREST OF THE CHONGON COLONCHE CORDILLERA, SANTA ELENA – ECUADOR

Eveling Astudillo-Sánchez¹, James Pérez², Luis Troccoli³, Héctor Aponte⁴ y Oscar Tinoco⁵

Resumen

La cordillera Chongón Colonche conocida por su alta diversidad y endemismo presenta vacíos de información biológica así como la deforestación que amenazan la biodiversidad del sitio. Se determinó la composición, estructura y diversidad de la flora leñosa en dos localidades de la cordillera, Loma Alta y Dos Mangas, mediante parcelas de 0.1 ha ubicadas a 500 msnm. Se identificaron 48 especies, 46 géneros y 28 familias, donde las más representativas fueron Arecaceae y Urticaceae. La estructura estuvo conformada por seis clases diamétricas y siete altimétricas. El endemismo y estado de conservación se congrega en 19 especies (40%), de las cuales *Inga carinata* “Guaba”, *Gustavia serrata* “Membrillo”, *Sorocea sarcocarpa* “Tillo” y *Randia carlosiana* “Cañafito” son las más importantes. La diversidad alfa oscila en rangos medios, donde Loma Alta presentó mayor diversidad promedio (2.40 nats/ind) y menor dominancia promedio (0.13). La tasa de recambio (1.29) fue mayor en Loma Alta y el análisis de ordenación nMDS-ANOSIM-SIMPER estableció diferencias significativas ($R = 0.80$, $p < 0.01$) definiendo dos grupos disímiles (54%) florísticamente. La diversidad vegetal de los bosques de garúa está compuesta por familias características de los bosques húmedos occidentales y que difieren de la vegetación característica de los Bosques Estacionalmente Secos del Pacífico Ecuatorial, pero ambas regiones florísticas convergen en esta cordillera; por lo que, la conservación del bosque y un manejo efectivo de sus áreas protegidas es imperativo. Los resultados contribuyen al conocimiento local y regional de los bosques húmedos y secos de la costa ecuatoriana.

Palabras clave: Dos Mangas, Loma Alta, composición florística, diversidad alfa y diversidad beta.

Abstract

The Chongon Colonche Mountain Range is located within the Tumbes-Choco-Magdalena region, known for its high diversity and endemism, which faces deforestation and presents biological information gaps as conservation problems. The composition, structure and diversity of the woody flora were determined in two localities, Loma Alta and Dos Mangas, through plots of 0.1 ha located at 500 masl. Forty-eight species, forty-six genera and twenty-eight families were identified, where the most representative were Arecaceae and Urticaceae. The structure was made up of six diametric and seven altimetric classes. Endemism and conservation status congregated in 19 spp. (40%), of which *Inga carinata* “Guaba”, *Gustavia serrata* “Membrillo”, *Sorocea sarcocarpa* “Tillo” and *Randia carlosiana* “Cañafito” are the most important in both categories. The alpha diversity of the garua forests oscillated in medium ranges, where Loma Alta presented higher average diversity (2.40 nats/ind) and lower average dominance (0.13). The turnover rate (1.29) was higher in Loma Alta and the nMDS-ANOSIM-SIMPER ordering analysis established significant differences ($R = 0.80$, $p < 0.01$) defining two dissimilar floristic groups (54%). The vegetal diversity of the garua forests is composed of characteristic families of the western humid forests and they differ from the characteristic vegetation of the Seasonally Dry Forests of the Equatorial Pacific region; however, both floristic regions converge in this cordillera. Therefore, forest conservation and effective management in these protected areas is imperative. These results contribute to the local and regional knowledge of the humid and dry forests of the Ecuadorian coast.

Key words: Dos Mangas, Loma Alta, floristic composition, alpha diversity, beta diversity.

Introducción

Los puntos calientes de biodiversidad son regiones biogeográficas que concentran altos niveles de endemismo en plantas y tienen una alta pérdida de hábitat (Mittermeier *et al.*, 2011). A nivel mundial se

han identificado 35 puntos calientes de biodiversidad, esto es el 17.3% de la superficie de la Tierra que alberga el 77% de todas las plantas endémicas, el 43% de los vertebrados y el 80% de todos los anfibios amenazados (Marchese, 2015). El punto caliente de biodiversidad

Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM), conocido como la Ecorregión Terrestre del Chocó-Darién-Ecuador Occidental, se extiende desde Panamá, atraviesa el occidente de Colombia y Ecuador, y termina al Noreste de Perú, conteniendo una variedad de ecosistemas (CEPF, 2005).

La región del Chocó, compartida con Colombia, alberga a bosques húmedos y muy húmedos premontanos reportando 9 000 especies de plantas vasculares (2 250 endémicas), 830 de aves (10% endémicas), 235 mamíferos (25% endémicas), 350 anfibios (60% endémicas) y 210 reptiles (30% endémicas) (CEPF, 2005; Palacios & Jaramillo, 2016). El Chocó Ecuatoriano acoge 6 300 especies vegetales (25% de la flora del país), donde el 20% es endémica y 142 especies de mamíferos (10% endémico) (CEPF, 2005). Los Bosques Estacionalmente Secos (BES) en el Neotrópico, acorde a Banda *et al.* (2016), están definidos por 12 grupos florísticos que se diferencian hasta en un 73% y el grupo andino exhibe 6 subgrupos heterogéneos florísticamente, donde 2 de estos, Apurímac-Mantaro y Tarapoto-Quillabamba, no tienen protección formal. La región Tumbesina, compartida con Perú, se caracteriza por los BES que corresponden al núcleo florístico conocido como Pacífico Ecuatorial y son bosques reconocidos por su alta diversidad y endemismos (Linares-Palomino *et al.*, 2010). La región tumbesina alberga 6 300 especies de plantas, de las cuales 1 290 (20.5%) son endémicas; 800 especies de aves, de estas 55 (7%) son endémicas; 142 especies de mamíferos, de los cuales 54 (38%) son endémicas (Paladines, 2003).

En el Ecuador, la región litoral u occidente de Ecuador, se caracteriza por dos grupos disímiles de bosques que difieren en composición florística, diversidad, fitogeografía y condiciones climáticas (Cornejo, 2018); estas características biogeográficas concuerdan con las regiones del Chocó y Tumbes. Los bosques occidentales cubrieron aproximadamente 80 000 km² y menos del 6% corresponden a tres diferentes tipos de vegetación, bosque húmedo tropical (tropical wet forest - 0.8%), bosque seco tropical (tropical dry forest - 1%) y bosque tropical de garúa (tropical moist forest - 4%) (Dodson & Gentry, 1991).

La Cordillera Chongón Colonche (CCHC) se ubica en el centro oeste de la región litoral, abarca un área de 95 Km en sentido este-oeste (Bonifaz & Cornejo, 2004) recorriendo las provincias geográficas de Guayas, Santa Elena y Manabí, y en ella confluyen dos regiones biogeográficas, Chocó y Tumbes (Valverde *et al.*, 1991). En la CCHC se presenta un bioclima de semiárido a subhúmedo y se describen bosques húmedos en las partes altas, a partir de los 400 msnm, y bosques secos en las partes bajas (MAE, 2013). La CCHC enfrenta dos problemas de conservación, la deforestación y la carencia de información, que dificultan la gestión ambiental de la biodiversidad presente.

La deforestación fue confirmada por Dodson & Gentry (1991) al referirse que el 90% del bosque de las tierras bajas y estribaciones del Pacífico ecuatoriano debajo de los 900 msnm ha sido transformado a zonas de cultivos y plantaciones siendo la principal amenaza en la costa. La región litoral presenta una tasa de deforestación de 1.9% y en ella seis de sus catorce ecosistemas están en peligro o vulnerables porque han perdido entre el 50 - 70% de su cobertura original (Sierra, 2018), donde Santa Elena y Guayas fueron las provincias más afectadas para el periodo 2000-2008 (MAE, 2012).

Por otra parte, a pesar de las diferentes contribuciones en ecología vegetal por diversos autores (Paladines 2003; Pennington *et al.*, 2004; Aguirre & Delgado, 2005; Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005; Vázquez *et al.*, 2005; Aguirre *et al.*, 2006a b; Marcelo-Peña *et al.*, 2007; García-Villacorta, 2009; Pennington *et al.*, 2009; Linares-Palomino *et al.*, 2010; Espinoza *et al.*, 2012; Jadán *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2014; Portillo-Quintero *et al.*, 2015; Escobedo-Avila, 2016; Eguiguren-Velepucha *et al.*, 2016; Eduardo-Palomino *et al.*, 2017; Escobedo-Avila *et al.*, 2017) quienes han enfocado sus investigaciones en los BES del Pacífico Ecuatorial, persiste la carencia de información en la costa ecuatoriana y en particular en la CCHC así lo enuncia Cuesta *et al.* (2013; 2017) al mencionar que prevalecen vacíos biológicos ubicados en la transición entre sistemas húmedos del Pacífico con los estacionales y deciduos de la costa central.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio es analizar la composición, estructura y diversidad de la vegetación leñosa presente en dos localidades de la cordillera Chongón Colonche a 500 msnm, a fin de estrechar el vacío de información biológica para la costa ecuatoriana y fortalecer la gestión de los recursos forestales y la sostenibilidad del área.

Materiales y métodos

Área de Estudio

El área de estudio está restringida hacia dos localidades de la provincia de Santa Elena que poseen un área protegida. La comuna Loma Alta (01° 52'S, 80° 38'O) posee el Bosque Protector Loma Alta y el transecto se ubicó a 466 msnm; entretanto, la comuna Dos Mangas (02° 07'S, 80° 18'O) forma parte del Bosque Protector Chongón Colonche (BPCHC) y el transecto se localizó a 589 msnm (Figura 1).

Las condiciones climáticas varían acorde a la orografía, es decir, dependen del relieve y altitud en la CCHC. En las partes altas de la cordillera, la temperatura promedio es de 21 °C, con una máxima de 36 °C, durante el día y la precipitación alrededor de 800 - 1 200 mm en la estación lluviosa, mientras que la temperatura desciende hasta los 18 °C en las noches y la precipitación llega hasta 1 080 mm en la estación de garúa (Bonifaz & Cornejo, 2004; MAE, 2017). Por el contrario, en las laderas y zonas pobladas de la

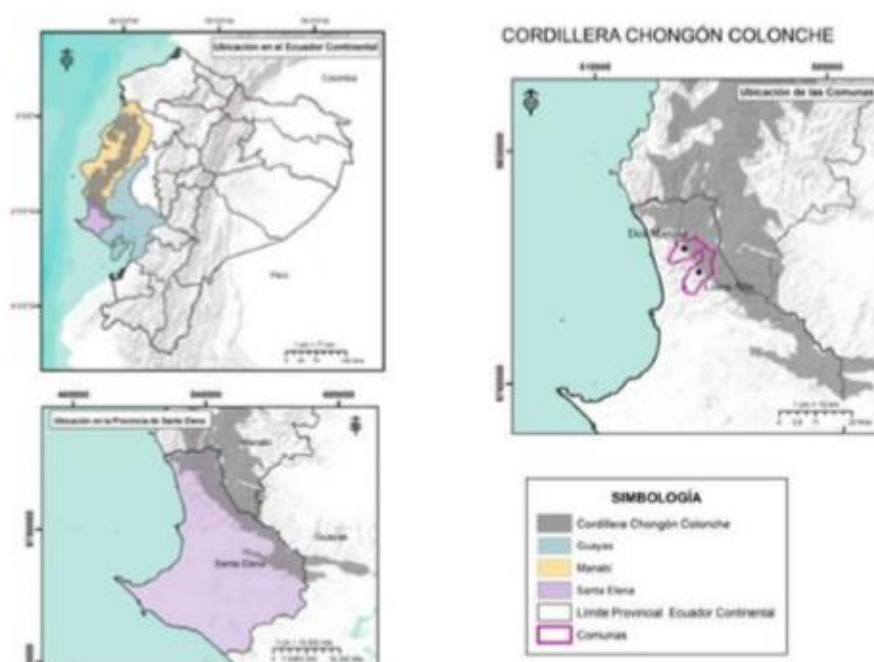


Figura 1. Ubicación del área de estudio dentro de la cordillera Chongón Colonche.

cordillera, la temperatura media oscila entre 24 a 26 °C (Figura 2) y la precipitación promedio interanual es de 66 mm/año con una variabilidad que alcanza los 200 mm/mes en época lluviosa o cercanas a cero en la época seca (Figura 2) (GADMCSE, 2014). La temperatura y precipitación cambia durante El Niño – Oscilación Sur (ENOS) que alcanza valores promedio superiores a 35 °C y una precipitación de 2 800 mm/año (MAE, 2017).

En Loma Alta, la orografía en los poblados va de 64 m (Loma Alta) hasta 90 m (El Suspiro) y en el área protegida oscila desde 200 m hasta los 830 m en el Cerro La Torre (Astudillo *et al.*, 2019). La precipitación promedio anual es de 31.35 mm, con la mayor acumulación en febrero (101.67 mm) para el periodo 2005-2015 (Tamariz, 2016). La comuna Dos Mangas presenta temperaturas promedio de 23-24 °C y una precipitación promedio de 500 mm/año (MAE, 2017).

Las formaciones vegetales identificadas están asociadas a la Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (CCPE) que incluyen bosques deciduos ubicados en el piedemonte > 200 msnm; bosque semideciduo localizado en las crestas y laderas > 200 msnm; bosque siempreverde estacional piemontano situado entre 200 - 400 msnm; y bosque siempreverde estacional montano bajo encontrado a partir de 400 msnm (MAE, 2013), este último localmente conocido como bosque de garúa. La fenología de estos bosques ocurre en dos épocas, en mayo-junio y octubre-

noviembre (Astudillo *et al.*, 2015), y está asociada al efecto de los vientos marinos (Bonifaz & Cornejo, 2004). Asimismo, Bonifaz & Cornejo (2004) indican que de junio a agosto el 80% de las especies arbóreas fructifica y de diciembre a marzo (la estación lluviosa) ocurre la floración del 60% de las especies arbóreas (Figura 3).



Figura 2. Media mensual de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) en estaciones meteorológicas ubicadas en la provincia de Santa Elena. La precipitación fue basada en dos estaciones, M619 Manglaralto y M245 Loma Alta. Fuente: GADMCSE, 2014.

La biodiversidad de la CCHC se ha registrado mediante sus taxones encontrando 283 especies botánicas (Astudillo *et al.*, 2019) para Loma Alta; 486

especies de aves, incluyendo marinas y playeras, de estas 35 son endémicas tumbesinas y 7 endémicas del Chocó (Agreda, 2012); mientras que, la herpetofauna está compuesta por 20 especies de anfibios y 23 de reptiles, de estas 6 y 5 especies respectivamente son endémicas tumbesinas (Salvatierra *et al.*, 2010).



a) Loma Alta



b) Dos Mangas

Figura 3. Vista del bosque de garúa en las dos localidades de la cordillera Chongón Colonche. a) Loma Alta, b) Dos Mangas.

Método de muestreo

El muestreo vegetal se realizó en el año 2015, durante la estación húmeda (enero) y estación seca (junio). El estudio de la vegetación siguió el método de Gentry (1995), que consiste en establecer 10 transectos de 50 m x 2 m con el objetivo de registrar todas las plantas leñosas mayores a 2.5 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

La determinación de especies botánicas fue basada en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen & León Yáñez, 1999) y trabajos efectuados en el área (Dodson & Gentry 1978; Valverde *et al.*, 1979, 1991; Dodson *et al.*, 1985; Dodson & Gentry, 1991; Bonifaz & Comejo 2004; Valverde & Pérez, 2012; Astudillo *et al.*, 2015); los especímenes recolectados, fueron determinados en el Laboratorio de Ciencias Ambientales de la Universidad Especialidades

Espíritu Santo y posteriormente depositados en el Herbario "Reinaldo Espinosa" de la Universidad Nacional de Loja. El ordenamiento de especies angiospermas se basó en el Sistema de Clasificación del APG IV (APG IV, 2016) y la web Tropicos.org del Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2019), así como la determinación de especies endémicas y su estatus de conservación se basó en el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (León-Yáñez *et al.*, 2011) y los listados de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2019).

Con la finalidad de conocer la estructura vegetal y las especies dominantes se anotó su abundancia en los transectos y se midieron parámetros volumétricos y dasométricos acorde a Aguirre (2013).

Análisis de los resultados

Con los datos volumétricos y dasométricos se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual resalta las especies ecológicas representativas (Curtis, 1959; Soler *et al.*, 2012). Además, se especificaron las clases diamétricas en una escala de 10 cm y altimétricas en una escala de 5 m.

Se determinó la diversidad alfa (α) de los transectos mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H' , estima la heterogeneidad de la comunidad considerando su abundancia), el cual se representó en unidades nats por individuo (nats/ind) y el de Simpson (D , que destaca la representatividad de especies raras del resto) (Moreno, 2001; las fórmulas se muestran en la Tabla 2). Se estimó la diversidad beta mediante el índice de Whittaker para conocer la propiedad de reemplazo en las comunidades vegetales (Moreno, 2001; Koleff *et al.*, 2003) según Fórmula 1.

$$\beta_w = S / \alpha - 1 \text{ (Fórmula 1)}$$

Donde: S es el número de especies registradas en un conjunto de muestras del paisaje (diversidad gamma) y α es el número promedio de especies en las muestras (Moreno, 2001).

También se consideró la similitud florística entre localidades y se empleó un análisis de clasificación numérica (dendrogramas) a partir de la matriz de abundancia usando el algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Average), método que reduce la distorsión en la distancia entre agrupamientos (Oksanen, 2010; Rocha *et al.*, 2010). Para el agrupamiento se empleó el índice de Bray-Curtis porque considera el valor cuantitativo del dato y es asimétrico por no incluir los pares de ausencias en la similitud (Zuur *et al.*, 2007) (Fórmula 2):

$$CN = 2jN / (N_a + N_b) \text{ (Fórmula 2)}$$

Donde: N_a es el total número de individuos en el sitio a, N_b es el total del número de individuos del sitio b, $2jN$ es la suma de la menor de las dos abundancias para las especies encontradas en ambos sitios (Newton, 2007).

Adicionalmente, se utilizó un análisis de Ordenación con la técnica de Escalamiento Multidimensional No Métrico (nMDS) para indicar la

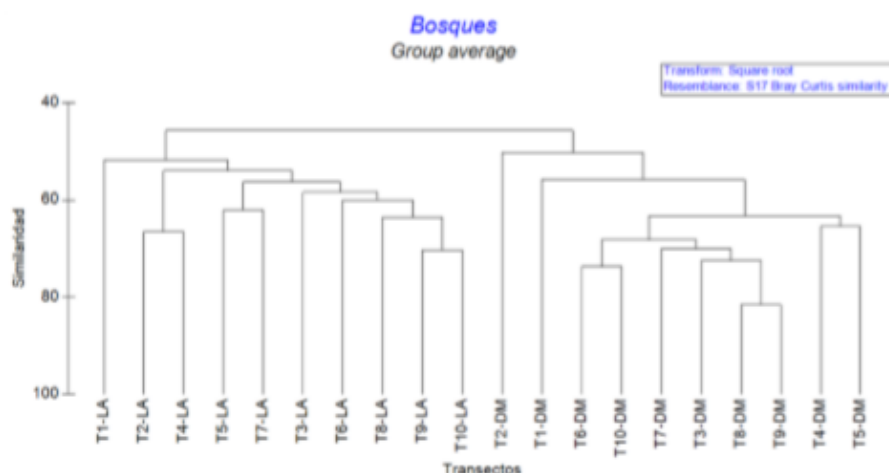


Figura 4. Dendrograma de similaridad de las parcelas entre bosques. LA = Loma Alta; DM = Dos Mangas.

distancia relativa entre sitios en un mapa considerando el nivel de stress (McCune *et al.*, 2002). Para determinar si existían diferencias significativas en la estructura comunitaria entre los bosques de Loma Alta y Dos Mangas se empleó un Análisis Multidimensional No Paramétrico (MDS-Anosim) (Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006). Para determinar el aporte de las especies representativas responsables de las diferencias de los grupos vegetales se empleó el método Porcentaje de Similitud (SIMPER) (Kruskal & Wish, 1978; Clarke, 1993). Todos los análisis se basaron en la medida de distancia Bray-Curtis.

Para los análisis estadísticos se utilizó Microsoft Office Excel 2010 (© Microsoft, bajo licencia), PAST versión 3.16 (Hammer *et al.*, 2001) y PRIMER-E 6.0 (Clarke & Gole, 2006).

Resultados

Diversidad y composición florística

En la zona de estudio se registró 48 especies, 46 géneros y 28 familias, las más representativas fueron Arecaceae, Urticaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae y Rubiaceae; el género con más especies fue *Cecropia* (Tabla 1). Según las formas de vida, cuarenta y cuatro especies fueron árboles, dos especies arbustos y dos especies lianas (Tabla 1). *Vasconcellea microcarpa*, *Parinari romeroi* y *Tanaecium pyramdatum* son nuevos registros para la zona de estudio, la primera localizada en Loma Alta y las dos últimas en Dos Mangas.

Diversidad alfa (α)

La riqueza específica fue mayor para Loma Alta con 36 especies y menor para Dos Mangas con 31 especies; mientras tanto la abundancia fue inversa, menor para Loma Alta con 379 individuos y mayor para Dos Mangas con 390 individuos. La diversidad alfa

promedio para los bosques de garúa de Loma Alta y Dos Mangas oscila en rangos medios (Tabla 2); aunque, Loma Alta obtuvo el valor promedio más alto ($H=2.40$ nats/ind) comparado con el de Dos Mangas ($H=2.30$ nats/ind) (Tabla 3). La dominancia medida a través del índice de Simpson presentó un patrón inverso a la diversidad con valores en el rango bajo (Tabla 2), siendo los valores promedio 0.13 para Loma Alta y 0.15 para Dos Mangas (Tabla 3).

Diversidad beta (β)

El análisis mediante el índice de Whittaker mostró que la tasa de recambio es mayor (1.29) en Loma Alta y menor (1.09) en Dos Mangas. En cuanto a la similaridad de los bosques, en el dendrograma se observó la formación de dos grupos y cada uno representa a una localidad (Figura 4). El análisis de ordenación espacial nMDS mostró, igualmente, dos grupos separados según el bosque (Figura 5); la prueba de ANOSIM mostró diferencias entre estos grupos ($R = 0.80$, $p < 0.01$). El análisis SIMPER mostró que las especies responsables de esta diferencia fueron *Chamaedorea linearis* "Palmito", *Grias peruviana* "Aguacatillo" y *Catalatola costaricensis* "Palo de Pija" que juntas contribuyen al 15% en disimilitud (Tablas 4 y 5).

Endemismo y estado de conservación

Se registraron 19 especies endémicas (40%), de estas 11 son compartidas y 8 a nivel nacional. El endemismo compartido fue extendido para el punto caliente de biodiversidad Tumbes-Chocó-Magdalena (TCM) con tres especies, para el Chocó cinco especies, para la región Tumbesina dos especies y *Nectandra subbullata* compartida con Venezuela. El endemismo para el Ecuador (Ec), incurrió en la especie *Alchornea leptogyna* acompañada de siete especies para el occidente ecuatoriano (Tabla 1). Se anotaron 19 especies (40%) en alguna categoría de amenaza, donde

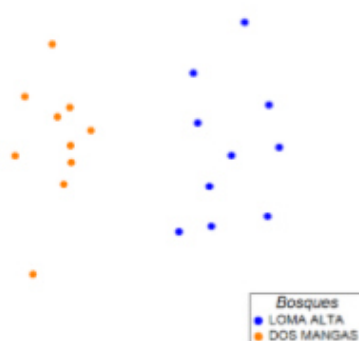


Figura 5. Diagrama de ordenación con nMDS de las comunidades vegetales.

seis están En Peligro (EN), dos como Vulnerable (VU), seis como Casi Amenazada (NT) y cinco como de Preocupación Menor (LC) (Tabla 1). Las especies más importantes para conservar, debido a su estado EN y por ser endémicas fueron *Inga carinata* "Guaba", *Gustavia serrata* "Membrillo", *Sorocea sarcocarpa* "Tillo" y *Randia carlosiana* "Cañafito".

Estructura

Se diferenciaron tres estratos (e.g., arbóreo, arbustivo y herbáceo) en ambas localidades. En Loma Alta, la estructura estuvo conformada por una vegetación densa (3 790 individuos/ha), donde se detectaron dos estratos, el arbóreo y arbustivo. El estrato arbóreo presenta un dosel discontinuo, donde el 16% de los individuos alcanzan los 20 m y el 84% con alturas promedio de 7.26 m y un área basal promedio de 0.04, representado por especies como *Matisia grandifolia*, *Randia carlosiana* y *Calatola costaricensis*; mientras tanto, el estrato arbustivo es caracterizado por *Psychotria hazenii* y árboles regenerantes de la especie *Matisia grandifolia*. Se registraron las especies más abundantes tales como *Matisia grandifolia* (Ar = 26%), *Randia carlosiana* (Ar = 12%) y *Calatola costaricensis* (Ar = 8%), las cuales alcanzaron el 46% de la abundancia y se encontraron distribuidas en las diez parcelas; no obstante, sólo la especie *Rhodostemonodaphne kunthiana* acumuló el 50% de la dominancia en esta área (Tabla 6). Las cinco especies ecológicamente representativas según el IVI fueron *Rhodostemonodaphne kunthiana* (18%), *Matisia grandifolia* (14%), *Randia carlosiana* (7%), *Handroanthus chrysanthus* (6%) y *Calatola costaricensis* (6%) (Tabla 6).

En Dos Mangas, la estructura estuvo conformada por una vegetación densa (3 900 individuos/ha), donde se identificaron dos estratos bien definidos, el estrato arbóreo y arbustivo. El estrato arbóreo posee un dosel discontinuo, donde el 14% de los individuos muestra una altura promedio de 18 m, el 45% con altura

promedio de 9.6 m y el 41% con alturas promedio de 5 m, así como un área basal promedio de 0.98 con especies representativas tales como *Matisia grandifolia*, *Ficus bullenii* y *Maquira guianensis*. El estrato arbustivo conformado por especies como *Psychotria hazenii* y la presencia de dos lianas *Anemopaegma puberulum* y *Tanacetum pyramidatum*. La abundancia fue determinada por *Matisia grandifolia* (Ar = 28%), *Chamaedorea linearis* (Ar = 17%) y *Psychotria hazenii* (Ar = 6%) quienes concentraron el 51% de la abundancia y estuvieron presentes en las diez parcelas, con excepción de la última especie que estuvo en nueve; sin embargo, la especie *Ficus bullenii* juntó el 45% de la dominancia (Tabla 7). Las primero cinco especies representativas con mayor IVI fueron *Ficus bullenii* (16%), *Matisia grandifolia* (13%), *Maquira guianensis* (9%), *Chamaedorea linearis* (8%) y *Nectandra subbullata* (8%) (Tabla 7). Las cinco primeras especies mencionadas representaron entre el 50% para Loma Alta y 55% para Dos Mangas del total del IVI para cada área.

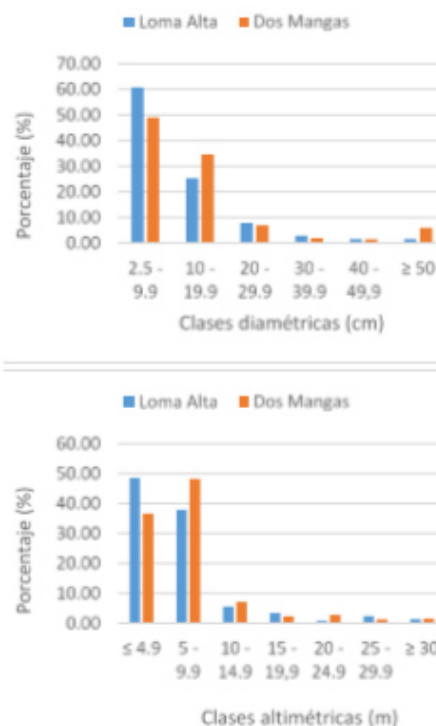


Figura 6. Estructura vegetal del bosque de garúa en la cordillera Chongón Colonche. Se muestran las clases diamétricas (a) y altimétricas (b).

La estructura horizontal estuvo conformada por seis clases diamétricas, concentrándose más del 50% en la primera clase (2.5 - 9.9 cm) para ambas localidades (Figura 6a); entretanto, la estructura vertical se constituyó por siete clases altimétricas agrupándose el 50% en la primera clase (≤ 4.9 m) para Loma Alta y en la segunda clase (5 - 9.9 m) para Dos Mangas (Figura 6b).

Discusión

El aporte de esta investigación contribuye al conocimiento sinécológico en la ecología vegetal de la CCHC estrechando así el vacío de información biológico existente, debido a que Dos Mangas carece de estudios previos y Loma Alta requiere de información actualizada para que ambas comunas fortalezcan la gestión en sus áreas protegidas. En este trabajo, también, se destaca la diversidad de comunidades vegetales que posee el bosque de garúa en ambas localidades y el aporte ecológico de estos bosques como unidad de conservación ya que alberga entre el 40-50% de especies de los bosques húmedos occidentales del Ecuador y los BES del Pacífico Ecuatorial. El endemismo y estado de conservación de la biodiversidad presente en los bosques de garúa es otro aspecto sobresaliente debido al endemismo local que acorde con Gentry (1986) y Parker & Carr (1992) está restringido a parches de hábitats en crestas de las montañas que las hacen vulnerables a la extinción.

La composición del bosque de garúa de la CCHC guarda mayor relación con los bosques húmedos occidentales del Ecuador y contrasta con los BES del Pacífico Ecuatorial. Las familias como Lauraceae, Moraceae y Rubiaceae (Kessler *et al.*, 2012) son representativas de la flora leñosa de los bosques húmedos montanos y estos resultados concuerdan con este trabajo; mientras tanto, las familias Leguminosae, Malvaceae, Boraginaceae y Cactaceae son características de los BES del Pacífico Ecuatorial (Linares-Palomino *et al.*, 2010), donde ellas poseen algunos representantes dentro de esta investigación.

Se realizó una comparación y contraste de la composición florística de los bosques de garúa presentes en la provincia de Santa Elena con otros trabajos a nivel local, nacional y regional, donde se evidencia una mayor similitud florística con los bosques húmedos occidentales del Ecuador y menor con los BES del Pacífico Ecuatorial. El MAE (2013) registró especies diagnósticas para el ecosistema de bosque siempreverde estacional montano bajo de la CCPE (i.e. bosque de garúa) en varias localidades a partir de los 400 msnm hasta las cimas más altas, las cuales coinciden en un 31% (10 especies y 5 géneros) con esta investigación. Por otra parte, en Loma Alta se realizó un estudio previo por Bonifaz & Cornejo (2004), quienes generaron un listado botánico que concuerda en un 85% (40 especies y 1 género) y Jadán *et al.* (2014) señalaron especies indicadoras para el

Bosque Protector Chongón Colonche (BPCHC) correspondiendo un 33% (9 especies y 7 géneros) con esta investigación.

Desde la perspectiva de bosques occidentales, Parker & Carr (1992) recopilaron resultados en ocho diferentes localidades de la región litoral enfocándose en los tres tipos de vegetación que Dodson & Gentry (1991) describieron para el occidente de Ecuador. Basado en el listado botánico de Parker & Carr (1992), el bosque de garúa del Parque Nacional Machalilla (PNM) guarda la más alta relación florística (58%, 7 especies y 21 géneros) con las especies de esta investigación comparado con los bosques húmedos del Cerro Mútilos (48%, 6 especies y 17 géneros) o de Cabeceras de Bilsa (46%, 6 especies y 16 géneros), ambas en Esmeraldas, o con el bosque de garúa de Manta Real (44%, 4 especies y 17 géneros), en Azuay.

En cambio, si esto lo contrastamos con el listado del bosque seco (31%, 5 especies y 10 géneros) del PNM o del Bosque Protector Cerro Blanco (29%, 2 especies y 12 géneros), ambos ubicados en la CCHC, observamos una menor similitud florística. Algo similar ocurre con el trabajo de Aguirre & Delgado (2005) para los bosques secos de la provincia de Loja en el sur del país o Aguirre *et al.* (2006b) para los BES del Pacífico Ecuatorial, los cuales contienen el 19% (1 especie y 8 géneros) y 40% (6 especies y 13 géneros) de especies reportadas para el bosque de garúa; así como la investigación de Linares-Palomino, 2004 representó el 23% (1 especie y 9 géneros) para los BES del Perú.

La composición y diversidad florística del bosque de garúa se debe a la presencia de la cordillera *sensu stricto* y a la precipitación horizontal que son factores que singularizan a estos bosques. Las cadenas montañosas tienen un rol secundario en la determinación de los factores climáticos y provocan el efecto de lluvias orográficas (Ricklefs *et al.*, 2014), las mismas que transforman las condiciones climáticas áridas características de la región litoral ecuatoriana cambiando así los patrones biológicos y albergando una vegetación húmeda. Acorde a Bonifaz & Cornejo (2004), la CCHC modifica la composición florística que es similar a los bosques húmedos de las estribaciones de la cordillera de los Andes (e.g., Río Palenque a 2 980 msnm) y que Gentry (1982, 1995) encontró remarcable debido a que dos tercios de sus muestras vegetales tomadas en el PNM fueron similares a las de Río Palenque y no a Jauneche, que es un área geográficamente cercana con una precipitación semejante (Parker & Carr, 1992).

La diversidad α estudiada en los bosques de la CCHC y en los BES del Pacífico Ecuatorial muestran patrones similares. Estudios previos de diversidad alfa reportaron valores medios similares para el BPCHC (2.22-2.65 nats/ind; Jadán *et al.*, 2014) y para los bosques secos de la provincia de Loja en Ecuador (2.45 a 2.75 nats/ind; Aguirre *et al.*, 2013a). Otras investigaciones en los BES de Perú observaron valores

similares para Amotape y Tumbes (1.17 - 3.03 nats/ind; Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005) y para Jaén (2.9 a 4.1 nats/ind; Marcelo-Peña *et al.*, 2007). Desafortunadamente, no existen estudios previos de diversidad α para los bosques de garúa de la costa ecuatoriana o de la región del Chocó ecuatoriano para comparar.

Sin embargo, estas diferencias en los resultados de riqueza y abundancia estimada mediante índices se podrían explicar por la injerencia de factores ecológicos que generan patrones en la distribución de la diversidad. La altitud, disponibilidad de agua y la geología del área son factores ecológicos que afectan la diversidad y composición vegetal, especialmente en plantas leñosas que tienen una fuerte relación con la precipitación y estacionalidad en escalas geográficas y locales (Kessler *et al.*, 2012). A escala regional la riqueza específica y la distribución de especies vegetales leñosas de los BES del Ecuador y Perú obedecen un patrón conforme al gradiente altitudinal, donde Ecuador muestra un incremento de valores hacia las altitudes medias (colinas) y se reduce hacia las altitudes bajas (tierras bajas) o altitudes altas (montañas); entretanto que, Perú tiene un patrón de aumento en tierras bajas costeras hacia la zona premontana y decrece en las montañas (Linares-Palomino *et al.*, 2010). A escala local, Gentry, en su estudio en el PNM, destacó los cambios entre las diferentes comunidades vegetales dependiendo del gradiente altitudinal (Parker & Carr, 1992); mientras tanto, Astudillo-Sánchez *et al.* (2019) manifestaron que existe una tendencia de incremento de la diversidad alfa siguiendo un gradiente altitudinal, pero su trabajo no fue conclusivo debido a que se limitó a un rango entre 100 a 500 msnm en la comuna Loma Alta.

La diversidad β medida desde la similitud florística y mediante los análisis de ordenación nMDS-ANOSIM-SIMPER definió dos grupos florísticos y esto podría atribuirse a las condiciones climáticas y la configuración espacial que padecen ambos bosques con respecto a la exposición al viento, lo cual genera microclimas en el área de estudio. A pesar de que ambas localidades son áreas contiguas geográficamente que se ubican en la vertiente occidental de la CCHC y la muestra fue tomada en un rango altitudinal de 500 msnm, la comuna Dos Mangas presenta un mayor régimen de precipitación debido a que está más cercana al océano y por ello recibe mayor humedad horizontal (i.e. garúa) que la comuna Loma Alta que está en tierra adentro de la misma vertiente con menor precipitación y un clima seco.

El endemismo y conservación de la CCHC es otro aspecto para resaltar ya que acorde a Sierra (2018), la región litoral alberga casi el doble de especies endémicas por superficie que la región amazónica y según Cornejo (2018), los bosques húmedos concentran el endemismo de la región occidental del Ecuador quienes están representados por las familias

Orchidaceae, Araceae, Gesneriaceae, Bromeliaceae y Ericaceae; así como la familia Capparaceae como endémica. Las especies *Capparidastrium bonifazianum*, *Inga carinata*, *Gustavia serrata*, *Sorocea sarcocarpa* y *Randia carlosiana* son especies endémicas para los bosques del litoral y las estribaciones occidentales, las cuales están amenazadas por la tala selectiva que continúa afectando estas dos áreas protegidas ya que durante el desarrollo de esta investigación hemos sido testigos de esta actividad. Adicionalmente, a escala regional, el endemismo del Pacífico Ecuatorial sigue un patrón de aumento desde elevaciones bajas hacia medias y mermaron en elevaciones altas (Linares-Palomino *et al.*, 2010).

La problemática de la conservación de los bosques secos se refleja en los datos de la estructura del bosque para ambas localidades, donde se observa que el 50% son individuos jóvenes con menos de 10 cm de DAP y menos del 10% de los individuos se agrupan en la categoría diamétrica ≥ 30 cm de DAP. La gráfica del análisis estructural muestra una J invertida típica de bosques nativos, maduros, estables con regeneración favorable (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005; Aguirre, 2013); no obstante, al concentrar los individuos en la primera clase diamétrica se pueden relacionar estos resultados con bosques secundarios jóvenes en procesos de recuperación que han sido afectados por la tala selectiva (Yépez *et al.*, 2009; Aguirre *et al.*, 2013b; Muñoz *et al.*, 2014). Asimismo, el estado de conservación de los bosques del litoral ha sido explicado por Cornejo (2018) quien urge la conservación privada debido a que las áreas protegidas del SNAP siguen afectadas y en los remanentes de bosques aún se siguen descubriendo nuevas especies, muchas de ellas endémicas.

La ausencia de la especie maderable *Handroanthus chrysanthus* "Guayacán" en Dos Mangas y la baja abundancia en Loma Alta son otro ejemplo de la presión antrópica a la que están expuestas ambas áreas protegidas, ya que esta especie es representativa del bosque seco y tiene un alto uso consuntivo maderable en el Sur de Ecuador (Aguirre & Delgado, 2005; Aguirre *et al.*, 2006a, 2006b, 2013b; Muñoz *et al.*, 2014) y para el Norte de Perú (Linares-Palomino *et al.*, 2010).

Conclusiones

A escala local, la cordillera Chongón Colonche presenta condiciones climáticas y orográficas que permite cambios en la composición florística presente y los bosques de garúa sobresalen por su aporte a la diversidad taxonómica distinguiéndose en ellos familias de bosque húmedo en un área caracterizada por un clima xérico. De igual manera, la cordillera contribuye a la existencia de un endemismo local para el occidente ecuatoriano albergando especies como *Inga carinata*, *Gustavia serrata* y *Capparidastrium bonifazianum* que están catalogadas como endémicas y

En Peligro. A escala regional, los bosques estacionalmente secos necesitan de una estrategia de conservación enfocada en los grupos florísticos vulnerables que permita la planificación y gestión eficiente de su biodiversidad, ya que comparten los mismos problemas socio-ambientales que soslaya los servicios ecosistémicos para el beneficio humano e históricamente han sido aprovechados. La conservación y manejo eficiente es urgente y necesario a escala local en estas dos áreas protegidas que geográficamente son contiguas, pero florísticamente son disímiles en un 54% y que tienen una alta tasa de recambio vegetal.

Agradecimientos

Agradecemos al Centro de Investigaciones de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES) por el financiamiento para la ejecución de este proyecto UEES-2014-ART-002 y a todos los estudiantes que participaron en el trabajo de campo. Al Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), a través de su Dirección Provincial de Santa Elena, por el permiso de investigación correspondiente N° 017-15 IC-FAU-DPSE-MA y al Dr. Zhofre Aguirre, director del Herbario Nacional de Loja, por la recepción de las muestras botánicas. Al cabildo de la comuna Loma Alta y Dos Mangas, representados por sus presidentes, Abg. Gustavo de la A y Sr. Ángel Merchán, y a los guardabosques. Un especial agradecimiento a los revisores anónimos y editores que han enriquecido esta versión final.

Literatura citada

- Ágreda A. 2012. Check list de las aves de la Cordillera Chongón - Colonche y áreas protegidas en la provincia del Guayas, Santa Elena y Manabí. The Nature Conservancy; Aves y Conservación (Birdlife International en Ecuador). Guayaquil / Ecuador.
- Aguirre Z. & Delgado T. 2005. Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja. En: Vázquez M.A., Freile J.F. & Suárez L. (eds.) Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas. 9-24. EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco, Quito.
- Aguirre Z. 2013. Guía de Métodos para Medir la Biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre Z., Betancourt Y., Geadá G. & Jasen H. 2013a. Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. Avances, 15(2): 144-155.
- Aguirre Z., Geadá G. & Betancourt Y. 2013b. Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. Revista Cedamaz, 3(1): 54-65.
- Aguirre Z., Kvist L.P. & Sánchez O. 2006a. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. Botánica Económica de los Andes Centrales: 162-187.
- Aguirre Z., Linares-Palomino R. & Kvist L.P. 2006b. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. Arnaldoa, 13(2): 324-350.
- APG IV (Angiosperm Phylogeny Group IV). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181: 1-20.
- Astudillo E., Pérez J. & Fabara M. 2015. Árboles y arbustos: una relación con la avifauna. Samborombón: Universidad Espíritu Santo - Ecuador.
- Astudillo-Sánchez E., Pérez J., Troccoli L. & Aponte H. 2019. Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. Revista Mexicana de Biodiversidad, 90(1): 1-25. DOI: [10.22201/90.20078706e.2019.90.2871](https://doi.org/10.22201/90.20078706e.2019.90.2871).
- Banda K., Delgado-Salinas A., Dexter K.G., Linares-Palomino R., Oliveira-Filho A., Prado D., Weintritt J., et al. 2016. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. Science, 353(6306): 1383-1387. DOI: [10.1126/science.1250880](https://doi.org/10.1126/science.1250880).
- Bonifaz C. & Cornejo X. 2004. Flora del Bosque de Garúa (árboles y epifitas) de la Comuna Loma Alta, cordillera Chongón Colonche, provincia del Guayas, Ecuador. USA: Missouri Botanical Garden Press.
- Campo A.M. & Duval V.S. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihú Cabel (Argentina). Anales de Geografía de la Universidad Complutense 34 (2): 25-42.
- CEPF (Critical Ecosystem Partnership Fund). 2005. Corredor de Conservación Chocó-Manabí Ecorregión Terrestre Prioritaria del Chocó-Darién-Ecuador Occidental (Hotspot). https://www.cepf.net/sites/default/files/final_spanish_choco-darien-western-ecuador_choco_ep.pdf.
- Clarke K.R. & Gorley R.N. 2006. PRIMER v6. User Manual/ Tutorial. PRIMER-E. Plymouth.
- Clarke K.R. & Warwick R.M. 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analyses and interpretation. 2nd ed. Primer-E. Plymouth, UK.
- Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Australian Journal of Ecology 18: 117-143.
- Cornejo X. 2018. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador: Endemismo en la región litoral. Consultado el 09 de junio de 2019 de: <https://bioweb.bio/floraweb/libro-rojo-litoral/>.
- Cuesta F., Peralvo M., Baquero F., Bustamante M., Merino A., Muriel P., Freile J. & Torres O. (eds.). 2013. Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador Continental. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. Quito.
- Cuesta F., Peralvo M., Merino-Viteri A., Bustamante M., Baquero F., Freile J.F., et al. 2017. Priority areas for biodiversity conservation in mainland Ecuador. Neotropical Biodiversity, 3(1): 93-106.
- Curtis J. 1959. The vegetation of Wisconsin. An ordination of plant communities. Univ. of Wisconsin Press. Madison. EUA.
- Dodson C.H. & Gentry A.H. 1978. Flora of the Río Palenque Science Center, Los Ríos, Ecuador. Selbyana 4.

Gestión de los bosques tropicales estacionalmente secos de la provincia de Santa Elena, Ecuador: una perspectiva desde la conservación

Recibido: 18/02/2019 Aceptado: 07/06/2019

EVELYNG ASTUDILLO-SÁNCHEZ ¹
JAME PÉREZ FLOR ²
GILMER MEDINA ³
ANA MEDINA ⁴

RESUMEN

Los bosques tropicales estacionalmente secos son reconocidos por su importancia biológica y económica al poseer un alto número de especies endémicas y proveer diversos servicios ecosistémicos. No obstante, la carencia de una planificación para la conservación de la biodiversidad amenaza la gestión ambiental integral en las áreas protegidas de la provincia de Santa Elena, Ecuador. Por ello, se realizó un diagnóstico en el que se identificaron los objetos de conservación para fortalecer la capacidad de manejo ambiental local. Asimismo, se emplearon las metodologías de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA) y Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) para conocer las prioridades de conservación y las limitaciones en el manejo de los recursos. En el diagnóstico se evidenciaron falencias técnico-administrativas, debido a ello se buscó un enfoque eficiente en la gestión ambiental. Además, se destacaron el bosque de garúa como objeto natural y el cabildo como objeto cultural para conservar. La gobernanza ambiental participativa debe ser fortalecida para mejorar la gestión de las áreas protegidas.

Palabras-claves: Áreas protegidas; bosques tropicales estacionalmente secos; gestión ambiental local; Santa Elena (Ecuador).

INTRODUCCIÓN

Una herramienta legal para la conservación de la naturaleza ha sido la creación de áreas protegidas. A nivel mundial, el establecimiento y manejo de las áreas protegidas es la estrategia más empleada para la conservación de ecosistemas y su biodiversidad (Chávez *et al.*, 2014). Sin embargo, esta estrategia global necesita acompañarse de una planificación e integrarla a una matriz de territorio con aspectos socioeconómicos y políticos que requieren de trabajos pluridisciplinarios (Gurrutxaga y Lozano, 2009). Las áreas protegidas no están exentas de problemas de conservación debido a la existencia de presencia humana, ya sea dentro o en la periferia del territorio. La deforestación como problema es un reto en la gestión de las áreas protegidas y es una de las principales fuentes de emisión de CO₂ que contribuye al cambio climático (CC), además de ser la segunda principal amenaza que enfrenta la biodiversidad.

El efecto de la deforestación provoca que un ecosistema se fragmente en parches, y que estos no alberguen gran diversidad de especies debido al efecto de borde, afectando las redes de interacción tróficas (EUROPARC-España, 2009). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2016) registró para la región tropical, en el periodo 2000-2010, una pérdida de cobertura forestal de siete millones de hectáreas y un incremento anual neto de superficie agrícola de seis millones de hectáreas.

En Ecuador, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) se estableció en 1959 con la creación del Parque Nacional Galápagos; luego, en 1996, se constituyó el Ministerio del Ambiente

1 Bióloga por la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Magister en Especies Naturales Protegidas por la Universidad Autónoma de Madrid. Investigadora Asociada al Research Center, Universidad Espíritu Santo, Sanborondón, Ecuador.
ORCID: 0000-0003-0006-2730
E-mail: arevasecuador@gmail.com

2 Biólogo por la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Actualmente es Director del Jardín Botánico de Guayaquil y consultor independiente.
E-mail: jperae_40@hotmail.com

3 Geógrafo por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Magister en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Actualmente es docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte y Decano del Colegio de Geógrafos del Perú, Lima, Perú.

E-mail: gilmer.medina@upn.edu.pe
4 Ingeniera Química por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Docente de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
E-mail: amedina@unmsm.edu.pe

como autoridad ambiental y único administrador del SNAP (Columba, 2013). En 2008, la política ambiental en el país evolucionó hacia un enfoque biocéntrico con la nueva constitución y el *sumak kawsay*, filosofía indígena de cosmovisión, en la cual se reconoce la plurinacionalidad e interculturalidad del Estado, se otorgan derechos al medio ambiente y se concede autonomía territorial (Altmann, 2013). Así se involucró a la sociedad en la gestión de las áreas protegidas y se estructuró al SNAP en cuatro subsistemas: 1) estatal- Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), 2) autónomo descentralizado-Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), 3) comunitario-indígenas y afroecuatorianos y 4) privado (Columba, 2013).

La provincia de Santa Elena protege el 28% de su extensión terrestre, mientras que el 4% forma parte del subsistema comunitario (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017). A pesar de esto, ha sido la provincia, junto con Guayas, la más afectada por la deforestación durante el periodo 2000-2008 (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012a). La deforestación se ha venido reportando desde la década de 1990 por autores como Dodson y Gentry, Parker y Carr, Bonifaz y Cornejo, Astudillo, Pérez y Fabara, entre otros, quienes confirman que el área ha sido perturbada por la extracción selectiva, mientras que en algunos sitios el bosque ha sido convertido en zonas de pasto para el ganado.

Los ecosistemas presentes en la provincia de Santa Elena (PSE) forman parte de los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES) del Pacífico ecuatorial, los cuales conforman una región florística que posee una alta diversidad y endemismos; no obstante, es considerado uno de los ecosistemas tropicales más amenazados debido al nivel de alteración y fragmentación (Best y Kessler, 1995).

El aporte económico de los bosques secos es conocido, pero no cuantificado, ya que carecen de investigación, particularmente en la PSE, y sus pocas contribuciones realizadas en Ecuador se han enfocado concretamente en el sur. Además, los bosques secos han sido subestimados, según Aguirre y Erazo (2017), quienes resaltan la importancia de estudios en valoración ecológica y económica de estos bosques, pues brindan una diversidad de servicios ecosistémicos. Un ejemplo de esto es el estudio en la comuna Loma Alta realizado por Becker (1999), investigación que se centra en la hipótesis de que los comuneros parecen no apreciar los valores indirectos del bosque de tierras altas, el cual les proporciona el suministro de agua con el que subsisten y el riego en la agricultura.

La interdependencia entre el bienestar humano y la provisión de servicios ecosistémicos de los bosques está en aumento; por ello, es necesario garantizar, a largo plazo, el funcionamiento de estos, donde las áreas protegidas jueguen un rol esencial en la conservación de los recursos naturales y culturales. La planificación y el manejo eficiente de estos recursos son un reto para los administradores de las áreas protegidas, quienes operan una serie de elementos de carácter legal, administrativo, social, financiero, entre otros (Cifuentes *et al.*, 2000).

Es imprescindible contar con una estrategia de planificación para la conservación de los BTES del Pacífico ecuatorial ubicados en la Cordillera Chongón-Colonche (CCHC) y conocer los valores naturales y culturales con el fin de conservarlos como primer paso. Por ello, el objetivo de esta investigación es identificar los objetos de conservación presentes en dos áreas protegidas ubicadas en la provincia de Santa Elena para la elaboración de una estrategia de desarrollo local y fortalecer la capacidad de manejo ambiental.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Aspectos geopolíticos. La PSE posee una extensión de 3762,8 km² y está dividida geopolíticamente por tres cantones: Santa Elena (3668,9 km²), Salinas (68,7 km²) y La Libertad (25,3 km²) (ver figura 1), donde Santa Elena es el cantón con mayor actividad agropecuaria, destinando el 14% de su superficie para cultivos y 6% para pastizal. Este cantón es el que posee, también, mayores recursos forestales, ya que al año 2008 indicaba una superficie de 31% como bosque nativo y 42% como vegetación arbustiva, mostrando un uso del suelo notable para la conservación (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Elena, 2014). En el cantón Santa Elena se eligieron dos localidades con áreas protegidas: la comuna Loma Alta (01° 52'S, 80° 38'O) (ver figura 1), la cual posee un bosque protector con 3218,19 ha, que es conocido como Reserva Ecológica Comunal Loma Alta; y, la comuna Dos Mangas (02° 07'S, 80° 18'O) (ver figura 1), que forma parte del bosque protector Chongón-Colonche y posee una superficie de 83 731 ha (Acción en el Biocorredor, 2012).

Aspectos biogeográficos. CCHC atraviesa la PSE en su extremo noreste (ver figura 1); además, presenta un clima variable influenciado por las corrientes marinas y el gradiente altitudinal. La corriente fría de Humboldt provoca un efecto de neblina y llovizna conocida como garúa de junio a noviembre,



Figura 1. Ubicación geográfica de las comunas Loma Alta y Dos Mangas, PSE.

Fuente: elaboración propia.

la cual aporta el 40% de agua que el bosque, a partir de 400 m s. n. m., intercepta (Becker, 1999). La PSE presenta dos estaciones marcadas: una lluviosa, que va de diciembre a abril, y otra seca, que va de junio a octubre, la cual coincide con los meses de garúa. En el cantón Santa Elena, la temperatura promedio interanual es de 23,4 °C y su precipitación promedio interanual es de 66 mm/año, la misma que presenta una variabilidad hasta de 200 mm/mes en la estación lluviosa y cercana a cero en la estación seca (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Santa Elena, 2014).

En CCHC convergen dos regiones biogeográficas: Chocó y Tumbes. Actualmente, fusionadas y reconocidas formalmente como la ecorregión terrestre del Chocó-Darién-Ecuador occidental, que se extiende desde la «parte sureste de Panamá, a lo largo de las partes occidentales de Colombia y Ecuador, hasta el noroeste del Perú» (Critical Ecosystem Partnership Fund, 2005, p. 6). A esta ecorregión terrestre se la conoce como el *hotspot* Tumbes-Chocó-Magdalena, el cual está caracterizado por una diversidad de ecosistemas, desde bosques húmedos premontanos hasta matorrales espinosos secos.

En términos florísticos, CCHC forma parte del sector cordillera costera del Pacífico ecuatorial (CCPE), la misma que comprende las partes altas y piedemontes de la Chongón-Colonche con un bioclima de semiárido a subhúmedo, donde la vegetación es característica de ecosistemas húmedo a partir de 400 m s. n. m. y secos en las partes bajas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012b). En la cordillera costera del Pacífico ecuatorial, se identificaron cuatro ecosistemas: 1) bosque deciduo de la CCPE, asentado en el piedemonte de los flancos y colinas bajas de la CCHC, en un piso bioclimático de >200 m s. n. m., con un clima xérico-seco y estrato arbóreo entre 15 y 20 m de altura con especies caducas; 2) bosque semideciduo de la CCPE, encontrado en las crestas y laderas, en un piso bioclimático >200 m s. n. m., con clima pluvistacional-subhúmedo y estrato arbóreo entre 12 y 25 m de altura con el 25% de especies caducifolias; 3) bosque siempreverde estacional piemontano de la CCPE, ubicado en un piso bioclimático de 200-400 m s. n. m., con clima pluvistacional-húmedo y estrato arbóreo promedio de 20 m con árboles emergentes hasta 30 m de altura; 4) bosque siempreverde estacional montano bajo de la CCPE, localizado en un piso bioclimático de 400-860 m s. n. m., con clima pluvistacional-húmedo y bosque multiestratificado

de árboles con hasta 25 m de altura (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012b).

Aspectos socioeconómicos. Los habitantes poseen una identidad cultural propia de los pueblos precolombinos, tales como Valdivia (4200-1500 a. C.), Manteño-Guancavilca y Milagro-Quevedo (periodo de integración 800 d. C.-1535), los cuales marcaron étnicamente la dinámica sociocultural establecida por jefaturas complejas (López y Peralta, 2016). Según la Ley de Comunas promulgada en 1936: «los descendientes de estos pueblos precolombinos han conservado cierta estructura social y económica, congregándose en comunidades indígenas y campesinas [...], la cual garantiza el ejercicio de los derechos colectivos indígenas o afroecuatorianos que se autodefinen con nacionalidades de raíces ancestrales» (Astudillo, 2010, p. 22).

METODOLOGÍA

La metodología de planificación elegida fue el modelo de diseño para la conservación creado por The Nature Conservancy (TNC), que posee cuatro componentes: 1) planificación de la conservación ecorregional, donde se seleccionan áreas conocidas como portafolios de conservación; 2) planificación para la conservación de sitios o desarrollo de estrategias, ya sea en sitios individuales o en una red de áreas protegidas; 3) acción de conservación o toma de decisiones, donde se define el tipo de apoyo; y, 4) medición del éxito, donde se evalúan las acciones (Granizo *et al.*, 2006).

Acorde al objetivo planteado, esta investigación se enfoca en el segundo componente del modelo diseñado para la conservación; aunque se debe destacar que parte de los resultados del primer componente se exponen aquí al seleccionar nuestra área de estudio, pues forman parte del portafolio de conservación para la PSE.

Para el desarrollo de estrategias, se requirió conocer las prioridades de conservación dentro de cada localidad; y, por ello, se empleó como herramienta la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA), que incluye una fase de diagnóstico del área, cuyo primer paso es la selección de los objetos de conservación (Granizo *et al.*, 2006). El diagnóstico, además, se complementó con la técnica de análisis FODA para determinar las potencialidades y limitaciones en el manejo, gestión y uso público de los recursos naturales y culturales de las comunas y sus áreas protegidas. El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica que evalúa los factores fuertes y débiles al interior de una organización o proyecto, así como las oportunidades y

amenazas de su ambiente exterior y se presenta en una matriz base (Ponce, 2006).

El análisis FODA y la selección de los objetos de conservación se efectuaron mediante cuatro talleres participativos durante los años 2015, 2016 y 2017, con un aproximado de veinte participantes por cada taller, también se involucró a expertos locales, actores sociales y representantes de organizaciones ambientales gubernamentales y no gubernamentales.

Los objetos de conservación son elementos o características únicas encontradas a diferentes niveles de organización biológica y escalas geográficas que permiten identificar los sitios de conservación para una ecorregión o las amenazas y desarrollar estrategias para un área (Groves *et al.*, 2000). Debido al objetivo del proyecto y la logística en las áreas, se decidió realizar el primer taller con un grupo multi y transdisciplinario de expertos en el área de la ingeniería (ingenieros ambientales, forestales, civiles, mecánicos, turísticos) y biólogos, quienes ayudaron con el objetivo inicial de diseñar el portafolio de conservación para la PSE. Los siguientes talleres fueron *in situ* con las comunidades y, mediante la técnica lluvia de ideas, se enlistaron objetos de conservación naturales (OCN) y objetos de conservación culturales (OCC).

Acorde a las categorías y a los requisitos descritos por Granizo *et al.* (2006), se escogieron un total de ocho elementos en cada localidad, cuatro para cada tipo de objeto, y se empleó la técnica de *filtro grueso-filtro fino* para ayudarnos con la definición de los objetos. Esta técnica consiste en una pirámide invertida, donde se especifican cuatro escalas espaciales (regional, gruesa, intermedia y local) y se describen tres niveles de organización biológica (especies, comunidades y ecosistemas) (Groves *et al.*, 2000). Lo que se presume con la utilización del *filtro grueso-filtro fino*, de acuerdo con Granizo *et al.* (2006), es que mediante el filtro grueso se protejan las comunidades y ecosistemas estratégicos que garantizan la funcionalidad y viabilidad de estos; mientras que, en el filtro fino, se conservarían aquellas especies que se encuentran en su interior o se escapan a la protección.

RESULTADOS

El análisis FODA se organizó en áreas temáticas: el desarrollo económico local, desarrollo social y capital humano, desarrollo institucional y participación ciudadana, así como el ordenamiento territorial y desarrollo de infraestructuras. Véase la tabla 1.

Tabla 1. Matriz FODA de las comunas Loma Alta y Dos Mangas y sus áreas protegidas.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Presencia de recursos naturales y culturales en las comunas	Potencial para la investigación científica en diversas áreas	Sobrecarga de funciones del cabildo	Desaprovechamiento de las oportunidades
Provisión de servicios ecosistémicos por parte de las áreas protegidas	Potencial para implementar diversos mecanismos financieros innovadores para la conservación de la biodiversidad como Pagos por Servicios Ambientales (PSA)	Falta de experiencia, motivación y formación por parte de la comunidad para iniciar emprendimientos y desarrollo de actividades en el sector económico, turístico y ambiental	Crisis económica actual que afronta el país para sustentar programas establecidos
Altos niveles de biodiversidad y endemismo	Apoyo del Ministerio del Ambiente (MAE) para que el área protegida se anexe al PANE	Carencia de asesoramiento técnico continuo en temas de planificación, gestión y desarrollo comunitario	Incremento de problemas ambientales como el cambio climático, pérdida de cobertura vegetal natural, degradación de la cuenca hidrográfica, fragmentación de hábitat y contaminación de los recursos naturales
Presentan una declaratoria legal del área protegida como bosque protector	Potencial para crear una marca ambiental con productos derivados de la biodiversidad	Falta mayor autogestión por parte de la comunidad	
Pertenecen al programa Socio Bosque y reciben un incentivo económico anual para la gestión de recursos	Apoyo del GAD municipal y provincial de Santa Elena	Recursos financieros muy limitados para programas de conservación, pese a recibir un incentivo económico de Socio Bosque dedicado a este objetivo	Dependencia económica casi exclusiva hacia el programa de Socio Bosque para administrar los recursos naturales
Declaratoria como Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS) en ambas comunas	Potencial de iniciativas de turismo comunitario sustentable en diversas modalidades	Limitado conocimiento del idioma inglés para atender la demanda de turismo internacional	Insuficiente reconocimiento, valoración y promoción nacional del área protegida
Interés por parte del cabildo, guardabosques y otros actores claves en mejorar la planificación y manejo de sus recursos naturales y culturales	Cuenta con el apoyo de las ONG ambientalistas nacionales e internacionales	Carencia de una estructura administrativa y dirección estratégica que administre el área protegida	Limitada cultura organizativa y liderazgo para iniciar emprendimientos económicos y sociales
Creciente interés del turismo ecológico en áreas protegidas boscosa en la PSE	Creciente reconocimiento del área protegida a nivel internacional gracias a los esfuerzos de investigación y divulgación de los recursos	Loma Alta no posee un grupo de interpretadores ambientales comunitarios para continuar con actividades turísticas guiadas	Ubicación geográfica de la comuna Loma Alta y difícil acceso al área protegida
Predisposición de los jóvenes comuneros para capacitarse y desarrollar actividades de turismo sostenible	Posibilidad de establecer alianzas estratégicas con universidades		Competencia en la oferta de productos turísticos en la PSE
Alto nivel de seguridad ciudadana	Existen eventos ambientales (p. e., conteo navideño) y culturales (p. e., sabores y saberes) establecidos	Escaso nivel de educación superior y carencia de conocimientos por parte de los líderes comunitarios para el manejo del área protegida	Restricciones para el acceso vial y de telecomunicaciones entre el poblado y el área protegida
Existencia de una legislación ambiental estable	Promoción turística por parte de la campaña <i>All you need is Ecuador</i> , del Ministerio de Turismo		Incremento de problemas sociales por falta de trabajo, carencia de servicios médicos, de planificación familiar y educación (secundaria y superior)
Disponibilidad de superficie para la creación de nueva infraestructura	Elaboración actual de un plan de manejo participativo para Loma Alta	Falta de solidaridad entre los comuneros	Presencia de conflictos de intereses de ciertos actores sociales

Fuente: elaboración propia.

Basado en el diagnóstico y en el análisis FODA, a continuación se presenta información relevante para el desarrollo de una estrategia local y se proponen varias acciones necesarias para conservar los recursos, asegurar la integridad ecológica y fortalecer la capacidad de gestión ambiental local.

En el ámbito técnico, la elaboración de un plan de manejo para cada área protegida es imperativo, ya que contendrá una propuesta de zonificación, donde los diferentes beneficiarios alcancen la compatibilidad de sus intereses en zonas funcionales especiales para su actividad productiva, así como áreas de conservación. Se sugiere que se actualice la normativa de aprovechamiento de los recursos naturales y se especifique los mecanismos que aseguren su cumplimiento.

En el ámbito administrativo, la creación de una unidad administrativa con personal calificado estimulará la participación e incentivará la economía a nivel local. La unidad debe contar con director, técnicos, asistentes y guardabosques, inicialmente hasta que se consolide y se extienda acorde a sus necesidades.

En el ámbito socio-educativo, la participación social y educación ambiental con criterios de diversidad, inclusión y equidad que empodere a los actores y sectores para una adecuada planificación y gestión de los recursos es trascendental. El desarrollo de la investigación científica multi y transdisciplinaria mediante proyectos y programas de monitoreos a largo plazo son primordiales para apoyar la toma de decisiones.

En el ámbito socio-político, la gobernanza presenta un modelo de cogestión entre la administración pública representada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) a través de sus respectivas direcciones, los gobiernos autónomos descentralizados (por ejemplo, gobernación y municipalidad), y la administración local constituida por el cabildo en cada comunidad. Sin embargo, carece de una planificación integral del territorio que envuelva el concepto de sostenibilidad con interacciones sociales horizontales, sistematizadas y multiniveles. Por lo tanto, se necesita una reingeniería en los procesos de gestión ambiental participativa que se unifique en una política local, nacional y regional.

En el ámbito económico, la diversificación de mecanismos financieros es urgente para que se integre al proceso de cambio en la matriz productiva enfocada en la agricultura. Los mecanismos financieros innovadores basados en los servicios ambientales propuestos se relacionan al pago por el uso o

impacto en servicios ambientales y culturales, así como manejo de la biodiversidad y los recursos no maderables.

Por otra parte, también en los talleres se identificaron un total de ocho objetos de conservación, cuatro naturales y cuatro culturales, coincidiendo estos en ambas comunidades y con la lista preliminar de los expertos. Los objetos de conservación naturales (OCN) referidos fueron: 1) bosque de garúa; 2) sistemas hidrológicos; 3) especies cinegéticas que asocian a este grupo al venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), saíno (*Tayassu tajacu*), guanta (*Agouti paca*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), puesto que existe una tradición de uso consuntivo local de estas especies; y, 4) avifauna, dentro de esta categoría se incluyó al colibrí estrellita esmeraldeño (*Chaetocercus berlepschi*) y al tucán Dios te dé (*Ramphastos ambiguus*).

Debido al nivel de escolaridad de la mayoría de los participantes, la estrategia de filtro grueso-filtro fino se adaptó combinando niveles biológicos de biodiversidad (ecosistemas, comunidades y especies) y nivel de conservación (filtro grueso-filtro fino) para la explicación de conceptos y difusión de los resultados en la comunidad (ver figura 2). Asimismo, se realizó un ejemplo con el OCN más valorado por la comunidad a nivel de filtro grueso considerando la escala geográfica (ver figura 3).

En referencia a los cuatro objetos de conservación culturales, los escogidos fueron: 1) gastronomía, los pobladores describieron platos típicos como el seco de guanta, seco de venado y el ceviche de chumumo como los más populares en las comunidades; 2) fiestas patronales, siendo la fundación de la comuna, Virgen de las Mercedes y día de los difuntos como las más celebradas; y, 3) restos arqueológicos (huacas). El cuarto objeto siempre fue fluctuante entre la edificación (e.g. casa comunal), la memoria colectiva (e.g. historia de la comuna), la institución social (e.g. comuna) y el conocimiento y prácticas locales (e.g. elaboración de artesanías en tagua y paja toquilla) (figura 4); de estos, el último es casi inexistente dentro de la comunidad de Loma Alta.

DISCUSIÓN

La metodología de diseño para la conservación ha sido utilizada por entidades académicas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en los EE. UU. y América Latina, como parte de la planificación ecorregional. Esta metodología ha sido idónea para este tipo de investigación; y el área,



Figura 2. Objetos de conservación natural (OCN) adaptados de la técnica filtro grueso-filtro fino.
Fuente: elaboración propia.

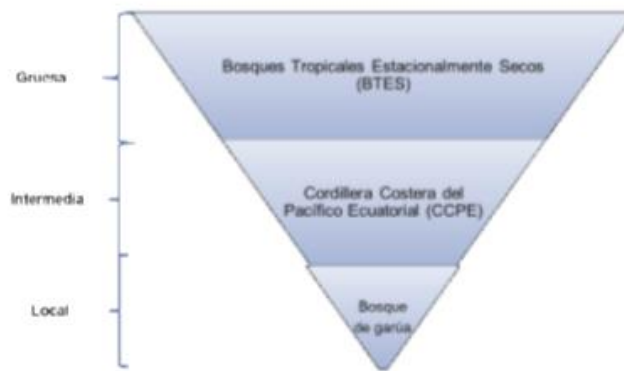


Figura 3. Objeto de conservación terrestre de filtro grueso.
Fuente: elaboración propia.

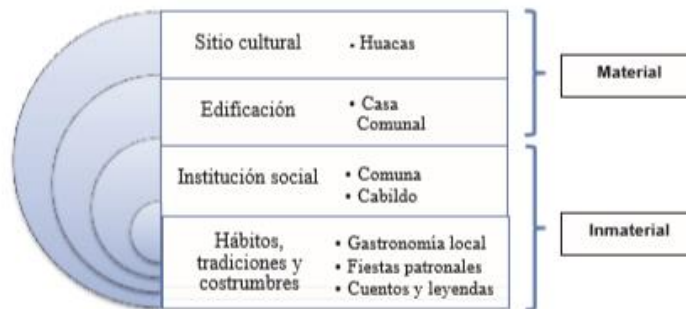


Figura 4. Objetos de conservación culturales.
Fuente: elaboración propia.

como lo indican Chávez *et al.* (2014), es cuantitativa, pues emplea criterios ecológicos, biofísicos, sociales, económicos y políticos aplicados a grandes espacios geográficos y todo tipo de ecosistemas, por lo que además se considera que es sistemática, eficiente, repetible y participativa.

Asimismo, se debe recalcar que los resultados del FODA y las acciones propuestas son insumos para el desarrollo de una estrategia local que fortalezca la gestión territorial integral y que han sido obtenidos desde un conocimiento transdisciplinario, el cual refleja la dinámica en la gestión de recursos y sus organizaciones. Así, los resultados de la Planificación para la Conservación de Áreas (PCA) enfocados en los objetos de conservación naturales, provenientes de los comuneros, guardan relación con la lista preelaborada que se obtuvo con los expertos, pues ambas coinciden en que se debe conservar el bosque húmedo, a partir de los 400 m conocido como el bosque de garúa. La conservación de estos bosques es imperativa debido a que aportan con diversidad taxonómica y servicios ambientales para la sobrevivencia humana local en un área destacada por el clima seco y la vegetación xerofítica. Por ello, la conservación de estos bosques en la PSE debe ser una prioridad en la agenda nacional, provincial y local, debido a que en estas dos comunidades se protege la remanente flora, diversa, representativa y continua.

De esta manera, la conservación de la biodiversidad necesita información científica actualizada para el diseño de estrategias y políticas regionales de desarrollo, así como para la elaboración de planes de conservación y uso sostenible de la biodiversidad (Alvarado *et al.*, 2011). La investigación científica descriptiva, según Zamora (2002), es un aporte básico y fundamental para gestionar la naturaleza; y, para hacerlo de una manera eficiente, se debe analizar también los procesos ecológicos y sus mecanismos con el fin de tomar mejores decisiones. Por lo tanto, los resultados de esta investigación permiten optimizar la gestión ambiental al conocer los valores a conservar presentes en los bosques protectores de la PSE, ya que las comunas carecen de la actualización de información biológica y de herramientas de planificación para una gestión eficiente.

La gestión sostenible, de acuerdo con Millennium Ecosystem Assessment (2005), necesita de un cambio sustancial en las instituciones y en la gobernanza, así como en las políticas para reducir la severidad de los problemas que enfrentan los ecosistemas. La democratización de la temática ambiental, a partir de la nueva Constitución de la

República del Ecuador, ha sido un cambio de paradigma en la conservación y gestión de la biodiversidad, la cual ha promovido una gestión ambiental eficiente y una gobernanza participativa.

En la PSE, la gobernanza participativa es un constituyente primordial en el manejo de los recursos debido a la identidad cultural indígena-campesina y la cosmovisión biocentrista y holística de las comunidades rurales. De allí que Loma Alta liderara los procesos de conservación en la CCHC, que según Astudillo *et al.* (2015) se inició en 1987, protegiendo una superficie de 1858,25 ha de su bosque. Asimismo, la conservación mediante uso ha tenido experiencias exitosas en comunidades indígenas; un ejemplo de ello también aconteció en Loma Alta, donde Becker *et al.* (2005) demostraron el potencial de la participación social en los procesos de gobernanza, los cuales a través de la investigación científica a largo plazo lograron conservar la biodiversidad y establecer el anidamiento institucional local y nacional. Otros ejemplos de gobernanza participativa y de conservación mediante uso se presentan en la provincia de Napo, en la Reserva de Biosfera Sumaco (Torres *et al.*, 2013), y en Honduras y México, en el bosque seco tropical mesoamericano (Barrance *et al.*, 2009).

Los resultados de Becker *et al.* (2005) coinciden con las investigaciones de Ostrom (2010) sobre la gobernanza de las comunas enfocada en el capital social y la acción colectiva en el uso del capital natural, así como la gobernanza policéntrica mediante el análisis institucional multinivel. A partir de estas investigaciones previas, se continuó con los procesos de gobernabilidad participativa y de fortalecimiento del anidamiento institucional y multinivel en el desarrollo de este proyecto que se refleja en los resultados, donde se vinculó a la academia (por ejemplo, Universidad de Especialidades Espíritu Santo), a autoridades locales (por ejemplo, cabildos de Loma Alta y Dos Mangas, M. I. Municipalidad de Santa Elena) y autoridades nacionales (por ejemplo, Ministerio del Ambiente y Ministerio de Turismo).

Pese al avance en la conservación de sus recursos y del incentivo económico anual que las comunas reciben del programa Socio Bosque, existe la necesidad de integrar estas áreas protegidas al desarrollo regional y local, donde la perspectiva de conservación de la biodiversidad se integre a la planificación ecorregional y a la gestión del territorio. Una estrategia de planificación y conservación que ha sido impulsada desde las dos últimas décadas del siglo pasado ha sido la conectividad ecológica territorial, la cual mantiene una conexión funcional

derivada de las habilidades de movimiento de las especies para conservar flujos ecológicos a escala de paisaje (EUROPARC-España, 2009).

Un enfoque de la conectividad ecológica son los corredores de conservación como estrategias de planificación. Los corredores de conservación son instrumentos de manejo que acoplan las necesidades de desarrollo humano con las prioridades de conservación, donde su función es permitir la conexión entre áreas protegidas o fragmentos de hábitats para mantener la sostenibilidad de los procesos ecológicos naturales y aumentar la movilidad e intercambio genético entre especies (Critical Ecosystem Partnership Fund, 2005). Dentro de la ecorregión terrestre del Chocó-Darién-Ecuador occidental se creó el Corredor de Conservación Chocó-Manabí, el cual posee una estrategia de conservación y establece alianzas estratégicas entre Ecuador-Colombia y EE. UU.

A pesar de esta iniciativa, la PSE y sus áreas protegidas no se incluyeron en el desarrollo de esta estrategia. Los resultados de Astudillo *et al.* (2019a, b) acerca del análisis de ordenación espacial de las formaciones vegetales y similitud florística en varias localidades de la CCHC resaltan la afinidad vegetal ligado a un gradiente altitudinal y no por área, lo cual refuerza el concepto de corredor ecológico. Por otra parte, los resultados de esta investigación destacan el esfuerzo de los actores sociales locales y nacionales para impulsar proyectos que fortalezcan sus capacidades de planificación y manejo de sus recursos naturales y culturales. A nivel de planificación turística, Chóez *et al.* (2017) plantearon una propuesta de sendero escénico y de aventura que recorra las dos comunidades para impulsar la sostenibilidad ambiental y humana; sin embargo, esta iniciativa no ha prosperado debido a la falta de organización de ambas comunidades, falencias en el manejo de sus recursos y un déficit en la planificación estratégica a largo plazo.

CONCLUSIONES

1. La gestión eficiente de los bosques tropicales estacionalmente secos ubicados en la PSE presenta el reto de fortalecer las capacidades de planificación y manejo ambiental local.
2. El manejo de los recursos naturales y culturales en Santa Elena enfrenta falencias en el ámbito técnico-administrativo por la carencia de un plan de manejo y un departamento administrativo autónomo que dirijan los procesos socioambientales en las áreas protegidas y fomente el desarrollo sustentable mediante la diversificación de

mecanismos financieros innovadores basados en los servicios ambientales.

3. El reconocimiento del bosque y la institucionalidad social del cabildo como objetos de conservación natural y cultural afianzan el concepto de conservación mediante el uso de los recursos que funciona a nivel comunal para Santa Elena, pero debe de ser compatible con las condiciones locales de cultura, tenencia de tierra y las necesidades de desarrollo local.
4. La gobernanza ambiental actual en la PSE debe reforzar métodos de gestión participativa, inclusivos, informados y justos para alcanzar una sostenibilidad de las áreas protegidas.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES) por el financiamiento para la ejecución de este proyecto (UEES-2014-ART-002) y a los decanos, docentes y estudiantes de las facultades de Artes Liberales y Ciencias de la Educación (escuelas de Ciencias Ambientales, Psicología y Educación), Economía (Escuela de Turismo) y Comunicación (Escuela de Diseño y Comunicación). También, al Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), a través de su Dirección provincial de Santa Elena, por el permiso de investigación correspondiente N.º 017-15 IC-FAU-DPSE-MA y al M. I. Municipalidad de Santa Elena, Lic. Dionicio Gonzabay, alcalde de Santa Elena. A las autoridades locales, Abg. Gustavo de la A (presidente de Loma Alta) y Sr. Ángel Merchán (presidente de Dos Mangas) y los guardaparques que aportaron en la realización de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Acción en el Biocorredor (2012). *Plan de acción del Biocorredor territorio Chongón Colonche: biocorredores para el buen vivir*. Guayaquil, Ecuador: FIDES, SGP, GEF y UNDP.
- [2] Aguirre, N. y Erazo, A. (2017). Valoración económica ambiental del compartimiento leñoso como una alternativa para conservar la biodiversidad del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(1), 89-107.
- [3] Altmann, P. (2013). El Sumak Kawsay en el discurso del movimiento indígena ecuatoriano. *Indiana*, 30, 283-299. Recuperado de https://www.iai.spk-berlin.de/fileadmin/dokumentenbibliothek/Indiana/Indiana_30/IND_30_2013_283-299_Altmann.pdf.

- [4] Alvarado, J.; Herrera, B.; Corrales, L.; Asch, J. y Paaby, P. (2011). Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 59(2), 829-842. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/3143/3050>.
- [5] Astudillo, E. (2010). *El desarrollo sostenible comunitario en un ENP de alto interés científico: el caso de la comuna Loma Alta y su reserva ecológica*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- [6] Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., Aponte, H., & Tinoco, O. (2019b). Flora Leñosa del Bosque de Garúa de la Cordillera Chongón Colonche, Santa Elena-Ecuador. *Ecología Aplicada*, 18(2), 155-169. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1334>
- [7] Astudillo, E.; Pérez, J. y Fabara, M. (2015). *Árboles y arbustos: una relación con la avifauna*. Samborondón, Ecuador: Universidad Espíritu Santo.
- [8] Astudillo-Sánchez, E., Pérez, J., Troccoli, L., & Aponte, H. (2019a). Composición, estructura y diversidad vegetal de la Reserva Ecológica Comunal Loma Alta, Santa Elena, Ecuador. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(1), 1-25. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2871>
- [9] Barrance, A.; Schreckenberger, K. y Gordon, J. (2009). *Conservación mediante el uso: lecciones aprendidas en el bosque seco tropical mesoamericano*. Londres, Inglaterra: Overseas Development Institute.
- [10] Becker, D. (1999). Protecting a garúa forest in Ecuador: the role of institutions and ecosystem valuation. *Ambio*, 28(2), 156-161. Recuperado de https://lifenetnature.org/download/docs/lifenetnature-org__protecting-garua-forest.pdf.
- [11] Becker, D.; Agreda, A.; Astudillo, E.; Costantino, M. y Torres, P. (2005). Community-based monitoring of fog capture and biodiversity at Loma Alta, Ecuador: enhanced social capital and institutional cooperation. *Biodiversity and Conservation*, 14, 2695-2707. Recuperado de <http://www.monitoringmatters.org/articles/full9.pdf>.
- [12] Best, B. y Kessler, M. (1995). *Biodiversity and conservation in tumbesian Ecuador and Peru*. Cambridge, Inglaterra: BirdLife International. Recuperado de https://pavaaliblanca.weebly.com/uploads/5/0/3/0/50301069/best_kessler.pdf.
- [13] Chávez, H.; González, M. y Hernández, P. (2014). Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(27), 8-23. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v6n27/v6n27a2.pdf>.
- [14] Chóez, M.; Dávila, C. y Astudillo, E. (2017). *Diagnóstico del potencial emprendedor y turístico en la comuna Loma Alta, Santa Elena*. Samborondón, Ecuador: Universidad Espíritu Santo.
- [15] Cifuentes, M.; Izurieta, A. y Henríquez, H. (2000). *Medición de la efectividad del manejo de áreas protegidas*. Turrialba, Costa Rica: World Wildlife Fund.
- [16] Columba, K. (2013). *Manual para la gestión operativa de las áreas protegidas del Ecuador*. Quito, Ecuador: Ministerio del Medio Ambiente / Punto Verde.
- [17] Critical Ecosystem Partnership Fund (2005). *Perfil del ecosistema: Corredor de Conservación Chocó-Manabí, ecorregión terrestre prioritaria del Corredor Chocó-Darién-Ecuador occidental (hotspot)*. Colombia y Ecuador. Recuperado de https://www.cepf.net/sites/default/files/final.spanish.choco-darien-western-ecuador.choco_ep_.pdf.
- [18] EUROPARC-España (2009). *Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos*. Madrid, España: FUNGOBE. <http://www.redeuroparc.org/system/files/shared/monografia2.pdf>.
- [19] Gobierno autónomo descentralizado municipal Santa Elena (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial-Cantón Santa Elena 2014-2019*. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0960001540001_PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL%2030-01-2015-2%20fin_19-02-2015_09-41-20.pdf.
- [20] Granizo, T.; Molina, M.; Secaira, E.; Herrera, B.; Benítez, S.; Maldonado, O.; Libby, M.; Arroyo, P.; Ísola, S. y Castro, M. (2006). *Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA*. Quito, Ecuador: The Nature Conservancy y The United States Agency for International Development.
- [21] Groves, C.; Valutis, L.; Vosick, D.; Neely, B.; Wheaton, K.; Touval, J. y Runnels, B. (2000). *Diseño de una geografía de la esperanza*.

Manual para la planificación de la conservación ecorregional (vols. 1 y 2). Arlington, EE. UU.: The Nature Conservancy.

- [22] Gurrutxaga, M. y Lozano, P. (2009). La integración de la conectividad ecológica en los instrumentos de ordenación y planificación territorial: una revisión. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (49), 45-66.
- [23] López, E. y Peralta, P. (2016). Breve síntesis histórica y reflexiones acerca de la continuidad étnica, sentido de etnicidad e identidad cultural en la región de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3(3), 99-105.
- [24] Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and human well-being. Synthesis*. Washington, USA: Island Press.
- [25] Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012a). *Línea base de deforestación del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador / Socio Bosque.
- [26] Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012b). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- [27] Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017). *Análisis de vulnerabilidad local al cambio climático del sector ganadero en las zonas de implementación del proyecto MGCI en la provincia de Santa Elena*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- [28] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (2016). *El estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma, Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Recuperado de <http://www.fao.org/3/i5588s/i5588s.pdf>.
- [29] Ostrom, E. (2010). Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. *Global Environmental Change*, 20(4), 550-557.
- [30] Ponce, H. (2006). La matriz FODA: una alternativa para realizar diagnósticos y determinar estrategias de intervención en las organizaciones productivas y sociales. *Contribuciones a la Economía*, 2, 1-16.
- [31] Thompson, A. A.; Strickland, A. J.; Colado, P. I. y Carreón, M. A. S. (1998). *Dirección y administración estratégicas: conceptos, casos y lecturas*. México, D. F., México: McGraw-Hill.
- [32] Torres, B.; Starnfeld, F.; Vargas, J.; Ramm, G.; Chapalbay, R.; Rios, M.; Gómez, A.; Torricelli, Y.; Jurrius, I.; Tapia, A.; Shiguango, J.; Torres, A. Velasco, C.; Murgueytio, A. y Cordoba-Bahle, D. (2013). *Gobernanza participativa en la Amazonía del Ecuador: recursos naturales y desarrollo sostenible*. Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Napo y Cooperación Alemana al Desarrollo.
- [33] Zamora, R. (2002). Los espacios protegidos necesitan una gestión activa. *Quercus*, 191, 64-65.